

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГО-  
ТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ ЛИТЬЕМ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ  
МОДЕЛЯМ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 2500 ТОНН**

Пояснительная записка к дипломной работе  
44.03.04 175 ПЗ

Екатеринбург  
2016  
Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерного и профессионального образования  
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГО-  
ТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ ЛИТЬЕМ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ  
МОДЕЛЯМ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 2500 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
по направлению 44.03.04

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель:

студент группы МП–501

(подпись)

А. С. Мозжерин

Руководитель:

Старший преподаватель  
кафедры МСП

(подпись)

М. В. Ведерников

Нормоконтролер:

профессор кафедры МСП,  
канд.техн.наук, доцент

(подпись)

Ю. И. Категоренко

Екатеринбург  
2016

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИСТОВ ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....**Ошибка!**  
**Закладка не определена.**

РЕФЕРАТ .....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	8
1. 1 Планирование производственной программы .....	8
1. 2 Классификация цеха .....	11
1. 3. Выбор режима работы цеха .....	11
1. 4 Расчет оборудования. Выбор марок.....	12
1. 4. 1 Модельное отделение .....	12
1. 4. 2 Отделение изготовления оболочки формы .....	13
1. 4. 3 Прокалочное – заливочное отделение .....	17
1. 4. 4 Термообрубное отделение.....	21
1. 5 Расчет шихты.....	26
1. 6 Баланс материалов .....	30
1. 7 Расчет складов .....	31
1. 8 Внутрицеховой транспорт.....	31
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	32
2. 1 Технологический процесс изготовления отливки методом ЛВМ .....	32
2. 1. 1 Приготовление модельного состава, изготовление моделей и сборка блоков .....	32
2. 1. 2 Изготовление огнеупорных оболочек.....	33
2. 1. 3 Сушка огнеупорного покрытия .....	36
2. 1. 4 Выплавка модельного состава .....	36
2. 1. 5 Обжиг, заливка и охлаждение оболочек.....	36
2. 1. 6 Плавка и подготовка печи к плавке.....	37
2. 1. 7 Предварительная очистка отливок .....	41
2. 1. 8 Обрубка отливок .....	42

2. 1. 9	Окончательная очистка отливок.....	42
2. 1. 10	Термообработка отливок.....	42
2. 2	Разработка технологии отливки .....	43
2. 2. 1	Анализ конструкции детали, условий ее эксплуатации, материала отливки .....	43
2. 2. 2	Определение припусков на механическую обработку.....	44
2. 2. 3	Выбор и обоснование положения отливки при заливке .....	44
2. 2. 4	Выбор и обоснование конструкции литниково-питающей системы и модельного блока .....	45
2. 2. 5	Расчет литниково-питающей системы.....	45
2. 2. 6	Проектирование пресс-формы.....	46
2. 2. 7	Технологический выход годного.....	49
2. 2. 8	Анализ возможных видов брака и меры его предупреждения.....	49
2. 2. 9	Контроль качества отливки осуществляем следующими методами .....	51
3	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	52
3. 1	Расчёт численности рабочих.....	52
3. 2	Организация и планирование заработной платы .....	58
3. 3	Определение основного фонда заработной платы .....	59
3. 4	Отчисления на социальные нужды .....	64
3. 5	Затраты на возведения здания цеха.....	66
3. 6	Затраты на приобретение, монтаж оборудования и подъемно-транспортных механизмов. ....	66
3. 7	Расчет суммы амортизационных отчислений и отчислений в фонд ремонта и эксплуатации оборудования .....	69
3. 8	Расчет постоянных и переменных затрат .....	72
3. 9	Анализ коммерческой эффективности проекта .....	74
3. 10	Показатели эффективности.....	84
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	86
4. 1	Введение.....	86
4. 2	Безопасность труда .....	87

4. 2. 1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов .....	87
4. 2. 2 Микроклимат .....	88
4. 2. 4 Тепловое излучение .....	90
4. 2. 4 Запылённость, загазованность .....	91
4. 2. 5 Вентиляция, отопление.....	93
4. 2. 6 Производственное освещение.....	94
4. 2. 7 Защита от шума .....	97
4. 2. 8 Защита от вибрации .....	98
4. 2. 9 Электробезопасность .....	99
4. 2. 10 Эргономичность рабочего места .....	100
4. 2. 11 Наличие средств защиты от воздействия движущихся частей оборудования, являющихся источником опасности; наличие и соответствие нормативным требованиям сигнальной окраски и знаков безопасности. ....	102
4. 3 Пожарная безопасность .....	104
4. 4 Чрезвычайные ситуации.....	105
Выводы .....	109
5 ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	115
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	116

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 117 листов машинописного текста, 2 рисунка, 53 таблицы, 19 источников литературы, графическую часть на пяти листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из сталей методом литья по выплавляемым моделям с годовым выпуском 2500 тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок.

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА, ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ, ЭТИЛСИЛИКАТ, ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ, ПРЕСС-ФОРМА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА.

					<i>ДП 44.03.04 157 ПЗ</i>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.	Мозжерин				Организация технологического процесса изготовления отливок из сталей методом литья по выплавляемым моделям с годовым выпуском 2500 тонн	Лит.	Лист	Листов	
Провер.	Ведерников						5	117	
Реценз						ФГАОУ ВО РГППУ, ИиПО, каф МСП группа МП-401			
Н. Контр.	Категоренко								
Утверд.	Гузанов Б. Н.								

## ВВЕДЕНИЕ

Сейчас литье по выплавляемым моделям заняло свою нишу в машиностроительном производстве и приборостроении. Данный вид литья стал более востребованным, стало гораздо больше заказов на рынке.

Литье по выплавляемым моделям рассматривается как точный вид литья, это значит, что отливки получаются с ровной поверхностью и более приближены к размерам детали, что дает возможность получить отливки с меньшей затраты металла, не тратя его на механическую обработку. Такая точность поверхности обуславливается тем, что перед заливкой оболочковые формы разогревают, а также сама оболочка внутри получается гладкая благодаря обмазочным материал. Вследствие этого резко снижается трудоемкость и стоимость изготовления изделий. уменьшается расход металла и инструмента, экономятся энергетические ресурсы. сокращается потребность в рабочих высокой квалификации, в оборудовании, приспособлениях, производственных площадях.

Продукт получается с уменьшенной шероховатостью поверхности и с существенным улучшением внешнего вида. Несмотря на большую энергозатратность и трудоёмкость, большая часть средств экономится на модельном составе, так как он состоит на 80% из возврата.

Так же этот метод литья подразумевает изготовление деталей массой от нескольких граммов до десятка килограммов, с толщиной стенок в ряде случаев менее 1 мм.

Применения литья по выплавляемым моделям дает возможность проектировать сложные конструкции, создавать детали, которые не выполняются любым другим видом литья.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

### 1. 1 Планирование производственной программы

На основании портфеля заказов составляется производственная программа – краткосрочный план работы литейного цеха на определенный период времени. Она содержит данные для планирования деятельности модельного отделения, отделения изготовления оболочки формы, прокалочного-заливочного отделения, а также для термо-обрубного отделения цеха.

Производственная программа составляется методом прямых расчетов по каждому виду отливок, выпускаемыми структурными подразделениями цеха. Для расчета производственной программы необходимы следующие данные:

- 1) Наименование отливки
- 2) Группу отливки;
- 3) Марка сплава;
- 4) Масса.

Рассмотрим производственную программу изготовления отливок методом точного литья. Расчет ведется по каждой отливке и представлен в таблице 1.1.

					ЛП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 1. 1 – Производственная программа

№ п/п	наименование	группа отливок	Сплав	масса без лпс, кг	масса с лпс, кг	количество моделей в пресс-форме, шт	количество запрессовок	число в модельном блоке, шт	Кол-во слоёв облочки	Число блоков на программу, шт	масса модельного состава, кг			масса суспензии на программу, кг	масса песка на программу, кг	количество отливок на программу, шт	масса без лпс на программу, кг	масса с лпс на программу, кг
											на 1 модель	на 1 блок	на программу					
1	заготовка резца	0,02-0,04	25Л	0,03	0,09	6	722222	80	4	54167	0,0034	0,19	10400	104000	169000	4333333	130000	382352,94
2	упор нажимного болта	0,04-0,06	25Л	0,06	0,15	6	416667	60	4	41667	0,0068	0,25	10500	102000	195000	2500000	150000	375000
3	вилка	0,1-0,2	25Л	0,18	0,38	4	180556	20	4	36111	0,020	0,17	6300	65520	130000	722222	130000	270833,33
4	ниппель	0,2-0,6	25Л	0,24	0,45	4	114583	20	4	22917	0,027	0,20	4635	45320	110000	458333	110000	207547,17
5	фланец	0,6-1,5	25Л	0,43	0,75	4	93023	10	4	37209	0,049	0,17	6400	60800	160000	372093	160000	280701,75
6	собачка	0,6-1,5	25Л	0,53	0,93	2	132075	10	4	26415	0,060	0,21	5600	53200	140000	264151	140000	245614,04
7	корпус подк. насоса	0,6-1,5	25Л	0,78	1,37	2	70513	6	5	23504	0,089	0,19	4400	52250	110000	141026	110000	192982,46
8	штуцер	0,6-1,5	25Л	0,97	1,70	1	103093	6	5	17182	0,110	0,23	4000	47500	100000	103093	100000	175438,6
9	обтекатель	1,5 и более	25Л	2,3	4,04	1	39130	2	5	19565	0,261	0,18	3600	42750	90000	39130	90000	157894,74
10	переходник	1,5 и более	25Л	1,8	3,16	1	61111	6	5	10185	0,205	0,43	4400	52250	110000	61111	110000	192982,46
11	державка	1,5 и более	25Л	2,1	3,68	1	52381	6	5	8730	0,239	0,50	4400	52250	110000	52381	110000	192982,46
12	колосник	1,5 и более	25Л	2,6	4,56	1	30769	6	5	5128	0,296	0,62	3200	38000	80000	30769	80000	140350,88
13	корпус	1,5 и более	25Л	2,9	5,09	1	34483	6	6	5747	0,330	0,70	4000	57000	100000	34483	100000	175438,6
14	вилка	1,5 и более	25Л	3	5,26	1	26667	6	6	4444	0,341	0,72	3200	45600	80000	26667	80000	140350,88
15	корпус золотника	1,5 и более	25Л	3,4	5,96	1	20588	6	6	3431	0,386	0,82	2800	39900	70000	20588	70000	122807,02

## Окончание таблицы 1. 1

16	стойка правая	1,5 и более	25Л	3,5	6,14	1	27143	6	6	4524	0,398	0,84	3800	54150	95000	27143	95000	166666,67
17	гайка	1,5 и более	25Л	3,8	6,67	1	26316	6	6	4386	0,432	0,91	4000	57000	100000	26316	100000	175438,6
18	защелка	1,5 и более	25Л	4	7,02	1	23500	6	7	3917	0,455	0,96	3760	62510	94000	23500	94000	164912,28
19	шкив	1,5 и более	25Л	4,2	7,37	1	16667	6	7	2778	0,477	1,01	2800	46550	70000	16667	70000	122807,02
20	полумуф- та	1,5 и более	25Л	4,5	7,89	1	17778	6	7	2963	0,511	1,08	3200	53200	80000	17778	80000	140350,88
21	палец	1,5 и более	25Л	4,7	8,25	1	14894	6	7	2482	0,534	1,13	2800	46550	70000	14894	70000	122807,02
22	цапфа	1,5 и более	25Л	4,8	8,42	1	16667	6	8	2778	0,546	1,15	3200	60800	80000	16667	80000	140350,88
23	крышка	1,5 и более	25Л	5	8,77	1	18000	6	8	3000	0,568	1,20	3600	68400	90000	18000	90000	157894,74
24	упор	1,5 и более	25Л	5,2	9,12	1	16346	6	8	2724	0,591	1,25	3400	64600	85000	16346	85000	149122,81
25	клин	1,5 и более	25Л	5,3	9,30	1	12453	6	8	2075	0,602	1,27	2640	50160	66000	12453	66000	115789,47
Итого:				66,32	116,52	Итого:	2287624	Итого:		348031	7,538	16,40	111035	1422260	2584000	9349143	2500000	4392423,3

## 1. 2 Классификация цеха

Проектируемый цех имеет производительность 2500 т. литья в год, что соответствует цеху высокой мощности производства.

В данном цеху производство отливок ведется только одним способом – литьё по выплавляемым моделям, в следствии этого цех имеет технологическую специализацию.

Проектируемый цех является цехом массового производства, с узкой номенклатурой отливок от 30 грамм до 5,5 килограмм.

По степени механизации цех относится к механизированному цеху с частичной автоматизацией производства.

Производство отливок происходит по разовым керамическим формам.

## 1. 3. Выбор режима работы цеха

В настоящее время литейные цеха работают по двум режимам: последовательный и параллельный.

При последовательном режиме много времени уходит на производство отливок, так как различные операции производятся в разные смены. Данный режим работы используется для мелкосерийного и индивидуального производства.

Проектируемый цех является цехом массового производства, то есть объем работ очень большей, поэтому будет целесообразней выбрать параллельный двухсменный режим работы, в котором работы протекают одновременно и эффективно используется оборудование и производственные помещения.

В соответствии с принятым режимом работы рассчитаем фонды времени.

Календарный фонд времени:

$$\Phi_K = 366 \cdot 24 = 8784ч ;$$

Номинальный фонд времени:

$$\Phi_n = (K - B) \cdot C \cdot Ч = (366 - 119) \cdot 2 \cdot 8 = 3952ч ;$$

Действительный фонд времени:

$$\Phi_d = \Phi_n \cdot (1 - K_{II}) = 3952 \cdot (1 - 0,06) = 3715ч - \text{для индукционной печи};$$

$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} \cdot (1 - K_{\text{п}}) = 3952 \cdot (1 - 0,04) = 3794 \text{ ч}$  – для механизированного оборудования;

$K_{\text{п}}=6\%$  - для индукционной печи;

$K_{\text{п}}=4\%$  - для механизированного оборудования.

#### **1. 4 Расчет оборудования. Выбор марок**

##### **1. 4. 1 Модельное отделение**

##### **1. 4. 1. 1 Изготовление модельного состава и моделей**

Для приготовления модельной пасты и запрессовки пресс-форм мы принимаем шприцмашины, модели 659А.[1]

Рассчитаем количество шприцмашин, которых понадобятся для изготовления моделей и модельных звеньев.

Количество запрессовок на программу[2]: 2287624

$$N = \frac{K_{\text{м}} \cdot 1,05 \cdot 1,15}{\Pi \cdot \Phi_{\text{д}}} = \frac{2287624 \cdot 1,05 \cdot 1,15}{250 \cdot 3794} = 2,91_{шт},$$

где  $N$  – количество оборудования;

$K_{\text{м}}$  – годовое количество запрессовок, шт;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени, ч;

$\Pi$  – производительность, шт/ч;

1,05 – коэффициент, учитывающий брак отливок;

1,15 – коэффициент, учитывающий брак моделей и оболочек.

Для запрессовки модельного состава нам понадобится три шприцмашины модели 659А.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{2,91}{3} * 100 = 97\%.$$

Таблица 1. 2 – Технические характеристики шприцмашины [1]

Параметры	Величина
Наибольший объем запрессовки, л	4
Производительность, запрессовок/час	250
Температура, °С	Модельного состава на выходе: 3 – 16 Воды: до 95
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	До 1
Давление пара, МПа	0,11-0,12
Расход пара, кг/ч	15
Мощность, кВт	15,34
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	2025×1785×2300
Масса, кг	2300

### 1. 4. 2 Отделение изготовления оболочки формы

#### 1. 4. 2. 1 Оборудование для приготовления обмазки.

Масса суспензии на годовую программу 1422260 кг.

Рассчитаем годовое количество обмазки[2]:

$$M_{об} = M_c \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 1422260 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 1877383,2 \text{ кг},$$

где  $M_c$  – масса суспензии на годовую программу, кг;

1,1 – коэффициент, учитывающий брак моделей;

1,2 – коэффициент, учитывающий потери обмазки.

Для приготовления огнеупорного покрытия применяют совмещенный способ: гидролиз этилсиликата в среде составляющей обмазки, что сокращает операцию предварительного приготовления гидролизованного раствора и совмещать ее с приготовлением обмазки [2]. Для этого применяем установку 662.

Для хранения готового к употреблению огнеупорного покрытия и подачи его в установку для нанесения огнеупорного покрытия на блок модели применяем агрегат, тип 666.[2]

Таблица 1. 3 – Техническая характеристика агрегата 666[1]

Параметры	Величина
Объем одного бака хранения, м <sup>3</sup>	0,2
Число баков, шт	3
Частота вращения мешалки, об/мин	113
Установленная мощность, кВт	27
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	5700×1000×1150
Масса, кг	1645

Количество установок для приготовления обмазки рассчитывают по формуле[2]:

$$K = \frac{M_{об} \cdot 1000}{\Pi \cdot \Phi_{д} \cdot \rho_{об}} = \frac{1877,3832 \cdot 1000}{0,126 \cdot 3794 \cdot 1250} = 3,14шт ,$$

где  $M_{об}$  – годовая масса обмазки, т;

$\Phi_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени установки, ч;

$\Pi$  – производительность установки, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho_{об}$  – плотность обмазки, кг/м<sup>3</sup> (1170-1340 кг/м<sup>3</sup>).

Для приготовления обмазки нам понадобятся четыре установки, модели 662, а так же четыре агрегата модели 666, для хранения огнеупорного покрытия.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{3,14}{4} \cdot 100 = 78\% .$$

Таблица 1. 4 – Технические характеристики установки модели 662

Параметры	Величина
Объем загрузки, м <sup>3</sup> /ч	0,126
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	4
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	5
Частота вращения крыльчатки, об/мин	2800
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	700×940×2830

#### 1. 4. 2. 2 Оборудование для приготовления огнеупорного покрытия

Обмазку и обсыпку блоков целесообразно выполнять на автомате 6А63, который предназначен для послойного нанесения огнеупорного покрытия на модельные блоки и обсыпку их в «кипящем» слое песка. В установках последовательно выполняются операции нанесения суспензии и обсыпочногo материала на блоки моделей, предварительно собранных на стояках специальной конструкции и подвешенных на подвески конвейера модели 697А. После нанесения и обсыпки блоков они снимаются с конвейера и направляются на сушку.[2]

Необходимое количество установок рассчитаем по формуле[2]:

$$K = \frac{K_o}{\Phi_d \cdot \Pi} = \frac{348031}{3794 \cdot 200} = 4,57шт,$$

где  $K_o$  – количество блоков на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени установки, ч;

$\Pi$  – производительность установки, покрытий/ч.

Исходя из расчетов, нам понадобится пять установок модели 6А63.

Коэффициент использования оборудования:

$$K = \frac{4,57}{5} \cdot 100 = 91\%.$$

Таблица 1. 5 – Технические характеристики установки модели 6А63[1]

Параметры	Величина
Наибольшие размеры блока, мм	Диаметр – 400 Длинна – 500
Рабочий объем, л	Ванны для суспензии: 160 Ванны «кипящего слоя»: 460 Бака хранения суспензии: 150
Расход охлаждающей воды, л/мин	8
Температура охлаждающей воды, °С	10-20
Расход сжатого воздуха, м³/ч	107
Установленная мощность, кВт	4,4
Производительность, покрытий/ч	200
Габаритные размеры (длинна × ширина × высота), мм	4480×3840×2100
Масса, кг	3730

#### 1. 4. 2. 3 Оборудование для сушки блоков

Сушку блоков проводим на установке 683[1].

Рассчитаем количество установок[2]:

$$K = \frac{K_o}{\Phi_d \cdot \Pi} = \frac{348031}{3794 \cdot 12} = 7,64шт,$$

где  $K_o$  – количество блоков на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени установки, ч;

$\Pi$  – производительность установки, блоков;

В соответствии с расчетами нам понадобится восемь установок модели 683.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{7,64}{8} \cdot 100 = 95\%.$$

Таблица 1. 6 – Технические характеристики установки модели 683[1]

Параметры	Величина
Наибольшие размеры обрабатываемых блоков, мм	Диаметр – 400 Длина – 500
Производительность, блоков/ч	12
Номинальное число слоев покрытия	До 5
Число переналаживаемых режимов сушки	3
Число секций(камер) сушки	3
Число блоков в одной камере при диаметре	400 мм – 4 250 мм – 8
Мощность	22,6 кВт
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	6600×1870×3400
Масса, кг	4500

#### 1. 4. 2. 4 Оборудование для выплавки модельного состава

После сушки керамических слоев осуществляется выплавление моделей горячей водой на установке 671М.

Расчет количества установок производится по формуле[2]:

$$K = \frac{K_o}{\Phi_d \cdot \Pi} = \frac{348031}{3794 \cdot 50} = 1,83шт,$$



где  $K_o$  – количество блоков на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени установки, ч;

$\Pi$  – производительность установки, блоков/ч;

Для выплавления модельного состава нам понадобятся две установки 671М.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{1,83}{2} \cdot 100 = 92\%.$$

Таблица 1. 7 – Технические характеристики установки модели 671М[1]

Параметры	Величина
Наибольшие размеры обрабатываемых блоков, мм	Диаметр – 400 Длинна – 500
Наибольшая масса металла блока, кг	20
Производительность, блоков/ч	50
Размер площадки для установки блоков, мм	Ширина – 400 Длинна – 500
Рабочая температура выплавляющей среды, °С	воды – 90 – 89
Рабочий объем ванны, м <sup>3</sup>	1,5
Расход пара (при 150 °С), кг/ч	35
Мощность, кВт	0,55
Габаритные размеры (длинна × ширина × высота), мм	1740×1670×2200
Массы, кг	1050

### 1. 4. 3 Прокалочное – заливочное отделение

#### 1. 4. 3. 1 Обжиг, заливка и охлаждение оболочек

Для обжига, заливки и охлаждения оболочек применяем автоматическую линию модели 675А, предназначенную для обжига и охлаждения оболочек.[2]

Агрегат состоит из проходной газовой печи обжига, заливочной карусели, камеры охлаждения, объединенных цепным конвейером, камеры сгорания, двух лифтов, скребкового конвейера, скрапоуловителя, металлоконструкций, электро- и пневмооборудования.

Рассчитаем количество линий[2]:

$$K = \frac{K_o}{\Phi_d \cdot \Pi} = \frac{348031}{3794 \cdot 100} = 0,91шт,$$

где  $K_o$  – количество блоков на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени линии, ч;

$\Pi$  – производительность линии, блоков/ч;

Для прокатки оболочек принимаем одну автоматическую линию 675А.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{0,91}{1} \cdot 100 = 91\%.$$

Таблица 1. 8 – Технические характеристики установки модели 675А[1]

Параметры	Величина
Наибольшие размеры блока, мм	Диаметр – 250 Длина – 500
Наибольшая масса металла блока, кг	20
Производительность при непрерывной работе, блоков/ч	100
Температура обжига, °С	950
Время обжига, мин	23
Температура блока при заливке, °С	800
Конвейер:	
скорость, м/мин	0,6
шаг подвесок, мм	400
число подвесок	100
мощность электропривода, кВт	2,2
Средний диаметр заливочной карусели, мм	4170
Наибольший радиус закругления заливочной площадки, мм	3475
Время охлаждения, мин	Предварительное – 2 Окончательное – 10
Температура охлаждения отливки, °С	150-200
Расход, м³/ч	Природный газ – 290 Вода на охлаждение – до 3,5
Скребковый конвейер, м/мин, мм	скорость – 4,2 ширина скребков – 440
Установленная мощность кВт,	3,3
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	20940×6180×5350
Масса, кг	90000

#### 1. 4. 3. 2 Приготовление жидкого сплава

Для производства жидкого сплава мы применяем индукционную печь ИСТ – 0,16, часовая производительность которой составляет 0,12 т/ч.[1]

Масса жидкого сплава (масса отливок с литниковой системой) на годовую программу: 4392,423 т.

Количество плавильных печей рассчитывается по формуле[2]:

$$N_{\text{п}} = \frac{M_{\text{ж}} \cdot 1,2}{\Pi \cdot \Phi_{\text{д}}} = \frac{4659,92 \cdot 1,2}{0,13 \cdot 3715} = 11,57 \text{шт},$$

где  $M_{\text{ж}}$  – масса жидкого сплава, т;

$\Phi_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени печи, ч;

$\Pi$  – производительность печи, т/ч;

1,2 – коэффициент, учитывающий неравномерность потребления сплава.

Для производства жидкого сплава нам потребуется 12 индукционных печей ИСТ – 0,16.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{11,57}{12} \cdot 100 = 96\%.$$

Таблица 1. 9 – Технические характеристики печи ИСТ – 016 [1]

Параметры	Величина
Номинальная емкость, м <sup>3</sup>	0,16
Производительность, т/ч	0,13
Скорость расплавления и перегрева, т/ч	0,49
Мощность, кВт	320
Площадь, занимаемая печью, м <sup>2</sup>	28
Масса, т	3,2

#### 1. 4. 3. 3 Расчет количества ковшей.

Рассчитаем количество одновременно работающих заливочных ковшей[3]:

$$N = \frac{q \cdot N \cdot t_{ц}}{60 \cdot m} = \frac{0,12 \cdot 12 \cdot 11}{60 \cdot 0,16} = 1,65шт,$$

где  $q$  – производительность печи, т/ч;

$N$  – количество печей, шт;

$t_{ц}$  – время оборота ковша, мин;

$m$  – емкость ковша, м<sup>3</sup>.

Таким образом, число одновременно работающих ковшей равняется двум.

#### 1. 4. 3. 4 Расчет парка ковшей

Время работы ковша емкостью от 100 до 250 килограмм составляет 3-4 часа, а длительность ремонта составляет 6-8 часов.

Мы принимаем два одновременно работающих ковша, работающих до ремонта четыре часа и время ремонта длительностью семь часов. После начала первой смены два ковша через четыре часа должны быть переданы в ремонт. Вместо них должны придти два новых ковша, которые будут работать до конца первой смены, а по окончании смены будут переданы в ремонт. Для того что – бы начать работу во второй смене понадобится еще два ковша, так как первые два ковша из ремонта еще не выйдут. Эти ковши, как и первые, пойдут на ремонт через четыре часа после начала работы. На смену им придут ковши, ушедшие в ремонт первыми. Они проработают до конца второй смены, а к её концу уйдут в ремонт. На следующие сутки все шесть ковшей выйдут из ремонта. Таким образом, одновременно работают два ковша и четыре находятся в ремонте. С учетом 20% запаса наш парк состоит из восьми ковшей.

#### 1. 4. 4 Термообрубное отделение

##### 1. 4. 4. 1 Предварительная очистка блоков отливок от оболочки формы

Выбитые из опок блоки с отливками и с приставшим к ним материалом оболочки подвергаются очистки, при которой керамика отделяется от поверхности. Для этого применяем установку для отделения керамики 6А92.[1]

Расчет количества установок производится по формуле[2]:

$$K = \frac{K_o}{\Phi_d \cdot П} = \frac{348031}{3794 \cdot 100} = 0,91шт,$$

где  $K_o$  – количество блоков на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени установки, ч;

$П$  – производительность линии, блоков/ч;

Таким образом, нам понадобится одна установка.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{0,91}{1} \cdot 100 = 91\%.$$

Таблица 1. 11 - Технические характеристики установки марки 6А92[1]

Параметры	Величина
Производительность, блоков/ч	100
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	835×950×2500

:

##### 1. 4. 4. 2 Отделение отливок от литниковой системы

Для отделения отливок от литниковой системы применяем гидравлический пресс модели 6А93.[1]

Рассчитаем количество гидравлических прессов по формуле[2]:

$$K = \frac{K_o}{\Phi_d \cdot П} = \frac{348031}{3794 \cdot 100} = 0,91шт,$$

где  $K_o$  – количество блоков на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени пресса, ч;

$П$  – производительность линии, блоков/ч;

Исходя из расчетов нам понадобится один гидравлический пресс.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{0,91}{1} \cdot 100 = 91\%.$$

Таблица 1. 12 – Технические характеристики установки модели 6A93[1]

Параметры	Величина
Наибольшие размеры блока, мм	Диаметр – 400 Длина – 500
Производительность, блоков/ч	100
Наибольшее усилие, развиваемое цилиндрами, кН	Верхним – 630 Подпора – 50
Ход штоков цилиндров, мм	Верхнего – 500 Подпора – 440
Наибольшая скорость перемещения блоков, мм	Вниз (срез отливок) – 500 Подпора – 440
Мощность, кВт	30
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	2150×1000×3350 Высота над уровнем пола – 2900

#### 1. 4. 4. 3. Окончательная очистка отливок.

Для окончательной очистки отливок от керамики используем установку марки 695, для ее выщелачивания.

Рассчитаем количество установок по формуле[2]:

$$K = \frac{M}{\Phi_d \cdot \Pi} = \frac{2500000}{3794 \cdot 355} = 1,85шт$$

где  $M$  – масса отливок на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени установки, ч;

$\Pi$  – производительность установки, кг/ч;

Исходя из расчетов, используем две установки модели 695 для окончательной очистки отливки.

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{1,85}{2} \cdot 100 = 92\%.$$

Таблица 1. 13 – Технические характеристики установки модели 695[1]

Параметры	Величина
Производительность при обработке отливок, кг/ч	355
Средняя масса обрабатываемых отливок, кг	0,01 – 0,6
Наибольший габаритный размер обрабатываемых отливок, мм	180
Частота вращения барабана, об/мин	0,4 – 0,29
Температура, °С	Щелочи – 125-130 Воды для промывки – 60
Время, мин:	Обработки щелочи – 100-140 Промывки в горячей воде – 20-35
Расход, м <sup>3</sup> /ч	Газа – 18 Воды – 1
Расход щелочи на 1 тонну литья, кг	70
Установленная мощность, кВт	0,6
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	5200×1800×2720
Масса, кг	6420

#### 1. 4. 4. 4 Оборудование для нормализации отливок

Для нормализации отливок принимаем шахтную печь ПШЗ 12.40/12

Рассчитаем производительность печи для нормализации отливок по формуле[2]:

$$Q = m / T,$$

где  $m$  – садка печи, кг;

$T$  – длительность термической обработки, включая продолжительность загрузки и выгрузки отливок, нагрев, охлаждение, ч.

$$Q = \frac{m}{T} = \frac{4500}{12} = 375 \text{ кг / ч.}$$

Количество печей для нормализации отливок рассчитываем по формуле[2]:

$$K = \frac{M}{\Phi_d \cdot П} = \frac{2500000}{3794 \cdot 375} = 1,75 \text{ шт}$$

где  $M$  – масса отливок на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени печи, ч;

$П$  – производительность печи, кг/ч;

Для нормализации отливок применяем две печи шахтного типа модели ПШЗ 12.40/12.[4]

Коэффициент использования оборудования[2]:

$$K = \frac{1,75}{2} \cdot 100 = 88\%.$$

Таблица 1. 14 – Технические характеристики шахтной закалочной печи ПШЗ 12.40/12[4]

Параметры	Величина
Диапазон рабочих температур, °С	200 – 1200
Атмосфера в рабочем пространстве	Воздух
Рабочее пространство, мм	Высота – 4000 Диаметр – 1200
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	2200×3950×5750
Мощность, кВт	280
Максимальная загрузка, кг	4500
Масса, кг	6650

#### 1. 4. 4. 5 Отпуск отливок

Для отпуска отливок применяем шахтную печь для отпуска модели ПШО 15.20/7.[5]

Рассчитаем производительность печи для отпуска отливок по формуле[2]:

$$Q = m / T,$$

где  $m$  – садка печи, кг;

$T$  – длительность термической обработки, включая продолжительность загрузки и выгрузки отливок, нагрев, охлаждение, ч.

$$Q = \frac{m}{T} = \frac{2000}{8} = 250_{кг / ч}.$$

Количество печей для отпуска отливок рассчитываем по формуле[2]:

$$K = \frac{M}{\Phi_d \cdot П} = \frac{2500000}{3794 \cdot 250} = 2,63_{шт}$$

где  $M$  – масса отливок на программу, шт;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени печи, ч;

$П$  – производительность печи, кг/ч;



Для отпуска отливок применяем три печи шахтного типа модели ПШО 15.20/7.

Коэффициент использования оборудования:

$$K = \frac{2,63}{3} \cdot 100 = 88\%.$$

Таблица 1. 15 – Технические характеристики шахтной печи ПШЗ 15.20/7 для отпуска отливок.[5]

Параметры	Величина
Диапазон рабочих температур, °С	100 - 700°С
Атмосфера в рабочем пространстве	Воздух
Рабочее пространство, мм	Высота – 2000 Диаметр – 1500
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	2400×2400×3400
Мощность, кВт	120
Масса печи, кг	3600
Питание переменным током	Напряжение 380±38 Частота 50±1
Нагреватель – проволочная спираль, °С	X23Ю5Т
Погрешность задания температуры, °С	±5
Амплитуда колебаний температуры, °С	±2
Нестабильность температуры, °С	±13

## 1. 5 Расчет шихты

Производим расчет шихты для среднеуглеродистой стали 25Л.

Таблица 1. 16 – Массовая доля элементов, %. По ГОСТ 977 – 88

C	Si	Mn	S	P	Группа отливок
0,22 – 0,30	0,20 – 0,52	0,45 – 0,90	До 0,045	До 0,04	II группа

Определим массу элементов в шихте:

$$C_{III} = \frac{0,26 \cdot 100}{100 - 3} = 0,27 \text{ кг};$$

$$Si_{III} = \frac{0,3 \cdot 100}{100 - 3} = 0,31 \text{ кг};$$

$$Mn_{III} = \frac{0,7 \cdot 100}{100 - 3} = 0,72 \text{ кг};$$

$$S_{III} = 0,045 \text{ кг};$$

$$P_{III} = 0,04 \text{ кг}.$$

Определим угар компонентов:

$$Y_c = 0,27 - 0,26 = 0,01 \text{ кг};$$

$$Y_{Si} = 0,31 - 0,3 = 0,01 \text{ кг};$$

$$Y_{Mn} = 0,72 - 0,7 = 0,02 \text{ кг};$$

$$Y_S = 0 \text{ кг};$$

$$Y_P = 0 \text{ кг};$$

$$Y_{Fe} = \frac{(100 - 0,26 - 0,3 - 0,7 - 0,045 - 0,04) \cdot 0,25}{100} = 0,25.$$

Возврат носит:

$$C = \frac{0,26 \cdot 43,29}{100,29} = 0,11 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,3 \cdot 43,29}{100,29} = 0,13 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 43,28}{100,29} = 0,3 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,45 \cdot 43,29}{100,29} = 0,02 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,04 \cdot 47}{100,29} = 0,02 \text{ кг}.$$

Стальной лом вносит:

$$C = \frac{0,3 \cdot 57}{100,29} = 0,17 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0,4 \cdot 57}{100,29} = 0,23 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 57}{100,29} = 0,4 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,03 \cdot 57}{100,29} = 0,02 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,03 \cdot 57}{100,29} = 0,02 \text{ кг}.$$

Внесено возвратом и стальным ломом:

$$C = 0,11 + 0,17 = 0,28 \text{ кг};$$

$$Si = 0,13 + 0,23 = 0,36 \text{ кг};$$

$$Mn = 0,3 + 0,4 = 0,7 \text{ кг};$$

$$S = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ кг};$$

$$P = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ кг}.$$

					ЛП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимо внести:

$$C = 0,27 - 0,28 = -0,01 \text{ кг};$$

$$Si = 0,31 - 0,36 = -0,05 \text{ кг};$$

$$Mn = 0,72 - 0,7 = 0,02 \text{ кг};$$

Для доводки химического состава по марганцу введем в расплав ферромарганец ФМн90(РБ) по ГОСТ 4755-91. Определим необходимое количество ферромарганца:

$$\frac{0,02 \cdot (100 - 3)}{90} = 0,02 \text{ кг}.$$

Ферромарганец внесет:

$$C = \frac{0,5 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{1,8 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{90 \cdot 0,02}{100} = 0,02 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,5 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,3 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг}.$$

					ЛП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1. 17 – расчет шихты

Наименование	Количество, кг	Содержание элементов									
		C		Si		Mn		S		P	
		%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
Жидка сталь	100	0,26	0,26	0,3	0,3	0,7	0,7	0,045	0,045	0,04	0,04
Угар	0,29	3,00	0,01	3,00	0,01	3,00	0,02	0	0	0	0
Шихта	100,29	0,27	0,27	0,31	0,31	0,72	0,72	0,045	0,045	0,04	0,04
Возврат	43,29	0,26	0,11	0,30	0,13	0,70	0,30	0,045	0,02	0,04	0,02
Стальной лом	57	0,3	0,17	0,40	0,23	0,70	0,40	0,03	0,02	0,03	0,02
Внесено возвра- том и ломом	100,29		0,28		0,36		0,70		0,04		0,04
Необходимо вне- сти			-0,01		-0,05		0,02		0		0
Ферромарганец	0,02	0,5	0,00	1,80	0,00	90,00	0,02	0,03	0,00	0,30	0,00
Итого	100,31	0,28	0,28	0,36	0,36	0,72	0,72	0,045	0,045	0,04	0,04

## 1. 6 Баланс материалов

Данные по годным отливкам берем из производственной программы.  
Процент скрапа  $C_K=3\%$ . Угар и безвозвратные потери составляют 3%.

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

$$M_m = \frac{M_{г.о.} + M_{л.п.}}{100 - Y - C_K},$$

где  $M_{г.о.}$  – годные отливки, т;

$M_{л.п.}$  – литники и прибыли, т;

$Y$  – угар и безвозвратные потери, %;

$C_K$  – скрап, %.

Массу скрапа и массу, потерянную при угаре находим по формулам:

$$M_c = \frac{M_m \cdot C_K}{100};$$

$$M_y = \frac{M_m \cdot Y}{100}.$$

Таблица 1. 18 – Баланс материалов

Наименование статьи баланса	25Л	
	т	%
Годные отливки с ЛПС	4392,42	94
Скрап	131,77	3
Итого жидкого сплава	4524,19	97
Угар и безвозвратные потери	135,72	3
Итог металлозавалки	4659,92	100

## 1. 7 Расчет складов

Периодичность поставок сырья вычисляется по формуле:

$$T = \frac{Q}{B},$$

где  $Q$  – количество запасов сырья на складе;

$B$  – ежедневный расход материала в производстве.

Критический уровень запасов равняется количеству запасов сырья на складе, так как поставка идет около трех суток. Поэтому поставки производятся каждые трое суток.

Таблица 1. 2 – Запасы материалов[3]

Материал	Запас на складе $Q$ , т	Суточный расход, т	Периодичность поставок, т/сут	Критический уровень запасов $Q_{кр}$ , т	Цена, тыс. р./т	Стоимость запаса, тыс. р.
1. Возврат	24,5014	8,1671	3,0000	24,5014		
1. Стальной лом	32,2610	10,7537	3,0000	32,2610	5,0998	164,5246
2. Ферромарганец	0,0113	0,0038	3,0000	0,0113	0,0261	0,0003
3. Модельный состав ПС 50:50	1,3486	0,4495	3,0000	1,3486	50,0000	67,4302
4. Кварцевый песок	31,3846	10,4615	3,0000	31,3846	0,3000	9,4154
5. Раствор этил-силиката	17,2744	5,7581	3,0000	17,2744	0,2300	3,9731

## 1. 8 Внутрицеховой транспорт

Подача сырья в цех и вывоз готовой продукции осуществляется автомобильным транспортом.

Цех оборудован шестью мостовыми кранами грузоподъемностью 1 т, которые предназначены для транспортировки, выгрузки и складирования материалов. Также в зоне склада имеется консольный кран. Краны необходимы для складирования и погрузки готовой продукции, а так же проведения ремонтных работ.

В цеху присутствуют рельсовые тележки, которые предназначены для транспортировки груза из пролета в пролет.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2. 1 Технологический процесс изготовления отливки методом ЛВМ

#### 2. 1. 1 Приготовление модельного состава, изготовление моделей и сборка блоков

Материалом для выплавляемых моделей служит легкоплавкая смесь близких по физико-химическим свойствам веществ: парафина и стеарина. Для изготовления моделей применяется модельный состав марки ПС 50:50, состоящий из 40-50% парафина и 50-60% стеарина.

Модельный состав производится в шприц машине 659А, предназначенной для приготовления модельного состава и его запрессовки в пресс-формы. Модельный состав состоит из 10% свежих материалов и 90% возврата, который поступает от вытопки модельных блоков.

Приготовление модельного состава начинается с подачи в плавильный бак, обогреваемый водой, возврата модельного состава вместе со свежим кусковым материалом. После этого расплавленный модельный состав попадает в десятиступенчатую шестеренчатую мешалку. Все ступени мешалки собраны в общем корпусе, имеющем водяную рубашку. Проходя через мешалку, модельный состав смешивается с определенным количеством воздуха, охлаждаясь при этом до пастообразного состояния. Далее паста поступает в бак-сборник, где, перемешиваясь при постоянной температуре, накапливается до необходимого количества. Из бака-сборника шестеренчатым насосом паста подается к шприцу, а затем в форму. По достижении в форме заданного давления шприц автоматически отводится от формы в исходное положение и подключается к магистрали возврата пасты в бак-сборник.[1]

Длительность охлаждения определяется величиной модели. Охлажденную пресс-форму разбирают, модель аккуратно извлекают, при этом используя - поддув сжатого воздуха.

Готовые извлечённые модели контролируют визуально. При наличии неисправимых внешних дефектов, а это: недопрессовки, вспученные поверхности, нечеткие кромки, модели бракуют и переплавляют. Годные модели

					ЛП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



опускают в воду для окончательного охлаждения. Хранят модели при температуре окружающей среды, при этом низкая и высокая температуры – не допускаются. Модели сложной конфигурации во избежание коробления укладывают на специальные приспособления.

После окончательного охлаждения выплавляемые модели подвергаются доводке, которая сводится к очистке заусенцев, отделке и подготовке к сборке в модельные комплекты. Сборка моделей в комплекты производится напайкой моделей на литниковую систему. Напайка выполняется электрическими паяльниками. В зависимости от размера моделей количество их в комплекте различно.

Для комплектования блоков используют боковой вид комплектования. Для него широкое распространение получили литниковые системы типа стояков. Стояк изготавливается из дерева. Для того чтобы напаять на стояк детали, его погружают в модельный состав. Погружают до тех пор, пока не образуется 2-3 слоя, для напайки моделей.

### **2. 1. 2 Изготовление огнеупорных оболочек**

Формирование огнеупорных оболочек происходит в установке модели 6А63. В установке последовательно выполняются операции нанесения суспензии на основе этилсиликата-32 и обсыпочного материала на блоки моделей, предварительно собранные на стояках специальной конструкции и навешенные на подвески непрерывно движущегося конвейера. Полуавтомат 6А63 имеет собственный замкнутый конвейер с приводом. Во время движения конвейера модельные блоки с помощью копира отклоняются от вертикального положения и под углом 75-60° (от горизонтали 25-30°) вводятся сначала в ванну обмазки, а затем в ванну «кипящего слоя», где покрываются слоем огнеупорной суспензии и обсыпочным материалом (песком). Во время прохождения ванн блоки вращаются, что способствует равномерному покрытию (без пузырей) блока и заполнению поднутрений. В полуавтомате 6А63 покрытый блок снимают с конвейера вручную и направляют на сушку.[1]

## 2. 1. 2. 1 Приготовление гидролизованного раствора этилсиликата-32

Перед приготовлением гидролизованного раствора этилсиликата-32 производится расчет необходимого количества спирта, соляной кислоты (водный раствор хлористого водорода) и воды на получение в готовом гидролизованном растворе этилсиликата-32 массовых долей двуокиси кремния и хлористого водорода.

Расчет необходимого количества спирта, воды и соляной кислоты производится на 1 дм<sup>3</sup> (литр) этилсиликата.

Плотность этилсиликата – 32 при 20°С – 0,99 г/см<sup>3</sup> (г/мл);

Содержание SiO<sub>2</sub> в этилсиликате – 33%;

Содержание HCl – не более 0,1%.

Кислота соляная техническая:

Плотность 1,16 г/см<sup>3</sup>, концентрация при таком удельном весе 51,52%.

Спирт гидролизный – 0,4 г/см<sup>3</sup>.

Необходимо получить раствор с содержанием:

SiO<sub>2</sub> в гидролизованном растворе – 15%.

HCl – 0,8%.

Расчет проведем на 1 кг или на 1 л этилсиликата.

Рассчитаем количество связующего раствора 1 кг (л) этилсиликата:

$$Г = \frac{e \cdot A}{a},$$

где  $Г$  – количество связующего раствора;

$e$  – вес этилсиликата;

$A$  – среднее содержание SiO<sub>2</sub>

$a$  – содержание SiO<sub>2</sub> в гидролизованном растворе, %;

$$Г = \frac{1 \cdot 33}{15} = 2,2 \text{ кг.}$$

Рассчитаем необходимое количество воды для гидролиза этилсиликата – 32 на 1л по формуле:

$$B = \frac{A \cdot 18}{60},$$

где  $B$  – количество воды;

$A$  – среднее содержание  $\text{SiO}_2$ ;

18 и 60 – соотношение молекулярных весов воды и этилсиликата;

$$B = \frac{33 \cdot 18}{60} = 9,9 \text{ мл};$$

Рассчитаем количество спирта:

$$C = \frac{A}{a} \cdot 100 - (B + 100),$$

где  $C$  – количество спирта, мл;

$a$  – содержание  $\text{SiO}_2$  в гидролизованном растворе, %;

$A$  – среднее содержание  $\text{SiO}_2$ ;

$B$  – количество воды.

$$C = \frac{33}{15} \cdot 100 - (9,9 + 100) = 110,1 \text{ мл}.$$

Рассчитаем количество соляной кислоты:

$$K = \frac{z \cdot p - v}{D \cdot 1000},$$

где  $z$  – количество связующего раствора;

$p$  – необходимое содержание  $\text{HCl}$  в гидролизованном растворе;

$v$  – содержание  $\text{HCl}$  в этилсиликате – 32;

$D$  – концентрация при удельном весе технической соляной кислоты.

$$K = \frac{2,2 \cdot 0,8 - 0,034}{51,52 \cdot 1000} = 33,5 \text{ г}$$

или

$$K = \frac{33,5}{1,16} = 28,9 \text{ см}^3 = 28,9 \text{ мл}.$$

### **2. 1. 3 Сушка огнеупорного покрытия**

Сушка блоков производится в установке модели 683. В этой установке используется вакуумно-аммиачный способ сушки блоков.

Блоки загружаются в ручную и устанавливаются на вращающийся стол со штырями, установка блоков производится при поднятом колоколе.

Все дальнейшие операции: отсос воздуха, выпуск аммиака, отсос аммиака, выпуск воздуха, подъем колокола осуществляются автоматически.

### **2. 1. 4 Выплавка модельного состава**

Вытопка модельного состава производится в установке 671М.

Блоки, уложенные на площадку карусели, на исходной позиции при повороте карусели погружаются в нагретую воду - происходит выплавка модельного состава. Расплавленный модельный состав вместе с водой сливается в разделитель, откуда вода сливается в сборник, где очищается от остатков состава и через душирующую трубку снова перекачивается в корпус. Душирующая трубка обеспечивает удаление модельного состава с зеркала воды в месте выхода из нее подвески, что предохраняет керамические блоки от обволакивания модельным составом. По возвращении на исходную позицию керамические блоки снимаются с площадки, надеваются на душирующий стояк, вымывающий остатки модельного состава изнутри блока. После этого производится загрузка новых блоков, и цикл повторяется. Температура воды и время пребывания блоков в воде регулируются автоматически.[1]

### **2. 1. 5 Обжиг, заливка и охлаждение оболочек**

Данные операции проводятся в установке модели 675А.

Керамические оболочки устанавливают вручную на подвески конвейера; литниковые чаши оболочек для предохранения полости оболочки от засоров при формовке закрывают колпачком. Цепной конвейер транспортирует оболочки через газовую печь обжига; обожженные оболочки у выхода из печи пневматическим лифтом погружаются в желоб заливочной карусели, заполненный горячим песком, приводимым в псевдоожиженное состояние («кипящий слой») продувкой снизу горячими газами. Подача газа произво-

дится через неподвижный коллектор из камеры сгорания. При дальнейшем движении конвейера оболочки выходят из зоны «кипящего слоя» заформованными, колпачки с них снимаются, производится заливка. При движении к камере охлаждения блоки отдают тепло опорному слою песка. У входа в камеру подвески с залитыми оболочками извлекаются из песка пневматическим лифтом. Песок с подвески и блока отливок сыпается в желоб карусели, а подвеска с отливками перемещается в камеру охлаждения, при выходе из которой отливки снимаются с подвесок.[1]

## **2. 1. 6 Плавка и подготовка печи к плавке**

### **2. 1. 6. 1 Подготовка к набивке тигля**

Тигель индукционной печи предназначен для ведения плавки металла и обеспечения защиты индуктора. Форма и размеры тигля выполняются по специально изготовленному шаблону.

Допускается удалять старую и набивать новую футеровку по местонахождению печи. Ремонт печи состоит из нескольких операций.

Сначала с помощью отбойного молотка и подсобного инструмента аккуратно выбивают ошлакованный слой (10-20 мм) со дна и стенок. Затем при осмотре выясняют состояние следующих слоев. При их монолитности достаточно неполного (частичного) ремонта. Если при выбивке наружного слоя произошло обрушение не менее 20-25% стенок тигля, необходим полный ремонт печи. В этом случае старую футеровку удаляют полностью послойно.

Перед набивкой тигля необходимо проверить состояние межвитковой изоляции индуктора, провести опрессовку индуктора от 10 до 15 мин. под давлением воды от 200 до 400 кПа. Далее испытать изоляцию индуктора под нагрузкой.

Индуктор печи с внутренней стороны выкладывают листовым асбестовым картоном КАП, устанавливая листы внахлест и, прижимая к индуктору специальными кольцами из полосовой стали. Зазоры между листами не допускаются.

## 2. 1. 6. 2 Набивка тигля

На дно подготовленной полости насыпают 10-12 кг приготовленной футеровочной массы, разравнивают и утрамбовывают ручной пневматической трамбовкой. Затем необходимо слегка взрыхлить поверхность, и повторять все операции до образования на дне слоя толщиной 40-50 мм. После окончания набивки дна, убирают нижнее прижимное кольцо. Показателем плотности набивки служит отскакивающая от поверхности трамбовка.

На полученный слой сухой смеси устанавливают шаблон и тщательно центрируют. Его нижний край должен находиться на уровне двух нижних витков индуктора. Слегка вращая, углубляют шаблон на 10-15 мм и укрепляют распоркой, после чего равномерно засыпают смесь в образовавшееся кольцевое пространство также в количестве 10-12 кг для удобства уплотнения, образуя слой 30-35 мм.

Набивку стенок повторяют в описанном порядке. Слабая набивка, ухудшающая спекание тигля, не допускается. При набивке необходимо исключить случайное попадание в футеровочную массу асбестового волокна и других посторонних примесей, поэтому во избежание засорения материалов набивку следует проводить без длительных перерывов и своевременно удалять прижимные кольца. По окончании набивки стенок тигля удаляют распорки.

Далее проводят футеровку воротника и желоба соответствующей огнеупорной массой.

Через некоторое время после набивки (1-2ч.) приступают к спеканию тигля. Для спекания тигля внутрь шаблона загружают металлическую шихту (на  $\frac{3}{4}$  объема тигля), закрывают асбестом и медленно нагревают. Время сушки – 4,5-5 часов. По мере расплавления металла проводят догрузку печи шихтой до уровня воротника. По достижении температуры при кислой футеровке – 1500 °С, при основной футеровке – 1600 °С выдерживают металл в печи от 40 до 60 мин. Затем полученный жидкий металл можно использовать для изготовления неотвественных отливок, если же металл не применяется для

отливок, то его можно слить в металлическую форму (изложницу) и в дальнейшем использовать для спекания следующих тиглей.

После разливки металла необходимо оценить состояние футеровки, в случае необходимости подремонтировать, и последующие плавки вести по нормальному режиму.

#### 2. 1. 6. 3 Приготовление футеровочных масс

##### Кислая футеровка

Для набивки стенок тигля кислой футеровки применяют футеровочную смесь, состав которой приведен в таблице 2.1.

Таблица 2. 1 – Состав кислой футеровки

Наименование материала	Объемные части ,%
Кварц пылевидный	50
Кварцевой песок	50
Жидкое стекло	Сверх100% - 2-3

В лопастном смесителе смешивают пылевидный кварц с кварцевым песком и тщательно перемешивают.

Для футеровки сливного носка (желоба) и верхней части тигля (воротника) применяют выше указанный состав смеси, увлажненный водой (воды от 2-3 % от массы смеси пылевидного кварца с песком).

#### 2. 1. 6. 4 Плавка сплавов черных металлов в индукционной печи

Плавка сплава 25л ведется в тигле индукционной печи ИСТ – 0,16 с кислой футеровкой. Основную футеровку в основном используют для плавки сплавов с повышенным содержанием марганца. Тигель перед каждой плавкой проверяется на пригодность его к работе. Не допускается наличие в тигле остатков металла предыдущих плавов, а на стенках тигля – глубоких трещин и разгара футеровки Разрушение места воротника тигля и сливного желоба тщательно заделывается огнеупорной массой.

Плавку ведут основываясь на расчете шихты. Шихтовые материалы следует подбирать по роду шихты, составу и габаритным размерам. Шлаки, применяемые в этих печах, имеют низкую температуру и недостаточно ак-

тивны. По этой причине плавки в индукционных печах ведут без окисления, методом переплава, используя лом или отходы стали, чистый литейный возврат, ферросплавы.

Габаритные размеры шихты следует подбирать из условий наиболее полного заполнения тигля, учитывая при этом, что мелкие куски шихты плавятся только при больших частотах, крупные куски лучше плавятся при низких частотах, но хуже заполняют весь объем. Шихта подбирается по размерам из мелких и крупных кусков. Тугоплавкие ферросплавы нужно запускать в более горячую часть печи – нижнюю половину тигля. Для более плотной укладки промежутки между крупными кусками шихты засыпают мелочью. Плотная укладка шихты позволяет ускорить ее расплавление и снизить расход электроэнергии. Для ускорения плавки шихтовые материалы не следует загружать выше витков индуктора, т.к. в этом случае не пересекалась силовыми линиями магнитного поля, они плавятся только за счет теплопередачи, кроме того, они препятствуют плотному закрытию печи сводом.

Укладка шихты должна быть плотной и обеспечивать ее плавный сход по мере расплавления без образования мостов.

После расплавления всей шихты наводят шлак.

В индукционных печах благодаря выпуклому зеркалу металла шлак стекает к стенкам тигля; его следует время от времени добавлять, не допуская появления незащищенной шлаком поверхности металла. Шлаковый покров в индукционных печах служит для уменьшения тепловых потерь, предотвращения насыщения металла газами, снижает угар отдельных элементов.

При плавке чугуна в индукционных печах не происходит насыщения расплава серой, что позволяет получать отливки из высококачественных чугунов, в том числе из модифицированных и легированных.



## 2. 1. 6. 5 Разливка жидкого металла

Для разливки стали применяют ручные ковши, нагретые до покраснения футеровки (до температуры 700-800°C).

Ковш заполняют металлом на 7/8 его емкости. Во время заливки форм выделившийся на зеркале металла шлак удерживают металлическим скребком. Металл льют непрерывной струей либо в воронку стояка, либо непосредственно в прибыль формы.

Пробы для химического анализа и для контроля механических свойств металла заливают в середине разливки.

Остатки металла после разливки сливают в изложницу. Полученный слиток после охлаждения помещают в коробку с соответствующей маркировкой.

## 2. 1. 7 Предварительная очистка отливок

Выбитые из опок блоки с отливками и с приставшим к ним материалом оболочки подвергаются очистки, при которой керамика отделяется от поверхности. Для этого применяем установку для отделения керамики 6А92.

Блок отливок устанавливается литниковой воронкой на плиту со вставкой, ориентируется по регулируемому упору. Боек отбойного механизма с помощью пневмоцилиндра а прижимается к торцу стояка, при этом сжатый воздух подается в пневмоцилиндр поворотом ручки управления. При закрытии дверь установки нажимает на толкатель воздухораспределителя, после чего автоматически включается подача воздуха в отбойный механизм и производится отделение керамики или отливок. Отделенная керамика по желобу в основании установки собираются в ящик.[1]

## **2. 1. 8 Обрубка отливок**

Операция обрубки предназначена для отделения литых заготовок от литниково-питающей системы и прибылей. Способ обрубки указывается в технологической карте. Отливки отделяются на гидравлическом прессе модели 6А93.

Блок отливок устанавливается нижней частью стояка в фильеру, после чего зажимается между штоками верхнего и нижнего цилиндров. Верхним цилиндром блок продавливается через фильеру, режущие кромки которой отделяют отливки, после чего нижний цилиндр возвращает стояк и шток верхнего цилиндра в исходные положения, где стояк разжимается и удаляется.[1]

## **2. 1. 9 Окончательная очистка отливок**

Для этого используется установка модели 695 для выщелачивания керамики.

Она предназначена для выщелачивания в кипящем щелочном растворе остатков керамики с поверхности отливок, полученных методом литья по выплавляемым моделям, после отделения керамической формы.[1]

## **2. 1. 10 Термообработка отливок**

В термообработку отливок входит нормализация и отпуск. Рассмотрим каждую операцию отдельно.

### **2. 1. 10. 1 Нормализация отливок**

Для нормализации отливок принимаем шахтную печь ПШЗ 12.40/12.

Нормализация – термическая операция, при которой сталь нагревают до температуры на 30-50°С выше верхних критических точек  $A_{с3}$  и  $A_{cm}$  затем выдерживают при этой температуре и охлаждают на спокойном воздухе.

В соответствии ГОСТ 977-98 для стали 25Л нормализация проходит в пределах температур 880-900°С.

При нормализации уменьшаются внутренние напряжения, происходит перекристаллизация стали, измельчающая крупнозернистую структуру металла сварных швов, отливок или поковок.[6]

					<i>ЛП 44.03.04 157 ПЗ</i>	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. 1. 10. 2 Отпуск отливок

Для отпуска отливок применяем шахтную печь для отпуска модели ПШО 15.20/7.

Отпуск — это процесс длительной выдержки отливок при комнатной (естественное старение) или повышенной (искусственное старение) температуре с целью приближения их к равновесному состоянию. Отпуск применяют, как правило, после закалки или нормализации. При этом повышаются пластические свойства отливок. Как самостоятельный процесс его используют для снятия внутренних термических напряжений.[6]

В соответствии ГОСТ 977-98 для стали 25Л отпуск проходит в пределах температур 630-650<sup>0</sup>С.

## 2. 2 Разработка технологии отливки

### 2. 2. 1 Анализ конструкции детали, условий ее эксплуатации, материала отливки

Деталь «Обтекатель» массой 2,3 кг представляет собой два полых цилиндра разных диаметров, соединенные между собой.

Деталь имеет габаритные размеры:

Высота: 156 мм;

Диаметр нижнего цилиндра: 84мм;

Диаметр верхнего цилиндра: 116 мм.

Данная отливка применяется в счётчике турбинном.

Счетчики жидкости турбинные предназначены для измерения количества жидкости (воды, нефти и нефтепродуктов) в единицах объема на технологических установках нефтегазодобывающих предприятий и других отраслей народного хозяйства.

Таблица 2. 2 - Массовая доля элементов стали 25Л, %. По ГОСТ 977 – 88

C	Si	Mn	S	P	Группа отливок
0,22 – 0,30	0,20 – 0,52	0,45 – 0,90	≤ 0,50	≤ 0,50	II группа

### 2. 2. 2 Определение припусков на механическую обработку

В отливке к обрабатываемым поверхностям относятся внутренняя поверхность и фланцы отливки.

Отливка относится к 9 классу точности. На основании этого находим припуски на механическую обработку, используя ГОСТ Р 53464 – 2009.

Таблица 2. 3 – Определение допусков и припусков на механическую обработку. По ГОСТ Р 53464 – 2009.

Размер, мм	Допуск	Припуск, мм
Ø91	2,2	2,9
4	1,0	1,8
Ø 88	2,2	2,9
Ø 72	2,2	2,9
143	2,4	3,2
Ø 74	2,2	2,9
Ø 19	1,6	2,4

### 2. 2. 3 Выбор и обоснование положения отливки при заливке

Отливку наиболее рационально будет разместить перпендикулярно к стояку, как показано на прилагаемом чертеже. Если крепить деталь вертикально, то питатели придется прикреплять к наружной поверхности цилиндров, тем самым понадобится лишняя механическая обработка отливки, а также при вертикальном расположении вероятен облом цилиндров. При горизонтальном расположении снижается опасность облома и изгиба протяженной части отливки. Также это обеспечит хорошее заполнение отливки сплавом. Такое размещение не препятствует последующему отделению отливок от стояка в обрубном цехе.

За один технологический процесс будет изготавливаться две отливки, т.е. на стояке будут находиться две отливки расположенные горизонтально. Модели будут крепиться двумя питателями к центральному стояку квадратного сечения.

## 2. 2. 4 Выбор и обоснование конструкции литниково-питающей системы и модельного блока

Для отливки «Обтекатель» применяем литниково-питающую систему 1-ого типа, где за питающий элемент принимается центральный стояк. На одном стояке располагается две отливки, что бы обеспечить питание и отделение отливок от стояка. Для удобства сборки модельного блока центральный стояк выбираем квадратного сечения.

Питатели подводятся к фланцам, которые расположены сверху отливки. Это обуславливается как питанием отливки, так и более жестким креплением модели на стояке.

## 2. 2. 5 Расчет литниково-питающей системы

Рассчитаем литниковую систему для отливки «Обтекатель» их стали 25Л массой 1,8 кг. Диаметр отливки 84 мм, длинна отливки 156 мм. Объем 239667 мм<sup>3</sup>, площадь 96684 мм<sup>2</sup>.

Приведенная толщина теплового узла[7]:

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} = \frac{239667}{96684} = 2,47 \text{ мм},$$

где  $V_y$  – объем отливки, мм<sup>3</sup>;

$S_y$  – площадь отливки, мм<sup>2</sup>.

Приведенная толщина сечения стояка[7]:

$$R_c = \frac{S}{P} = \frac{1000}{130} = 7,7 \text{ мм},$$

где  $S$  – площадь питателя, мм<sup>2</sup>;

$P$  – периметр питателя, мм.

Далее рассчитываем приведенную толщину сечения питателя[7]:

$$R_n = 11 \cdot \sqrt[4]{R_y^3 \cdot m_{отл}} \cdot \frac{\sqrt[3]{l_n}}{R_c} = 11 \cdot \sqrt[4]{1,47^3 \cdot 2,3} \cdot \frac{\sqrt[3]{10}}{7,7} = 5,04 \text{ мм},$$

где  $R_y$  – приведенная толщина теплового узла, мм;

$m_{отл}$  – масса отливки, кг;

$R_c$  – приведенная толщина сечения стояка;

$l_{отл}$  – длина питателя.

Принимая прямоугольное сечение питателя толщиной  $a_n=15$  мм, находим его ширину[7]:

$$b_n = \frac{2 \cdot a_n \cdot R_n}{a_n - 2 \cdot R_n} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 5,04}{15 - 2 \cdot 5,04} = \frac{151,2}{4,92} = 30,7 \text{ мм},$$

где  $R_n$  – приведенная толщина сечения питателя, мм;

$a_n$  – сечение питателя, мм.

Условие направленного затвердевания предполагает  $R_y < R_n < R_c$ . Это условие соблюдено, следовательно, расчет верен.

## 2. 2. 6 Проектирование пресс-формы

По способам изготовления пресс-формы классифицируют на обрабатываемые механически; литые из легкоплавких сплавов; литые из цинковых сплавов; литые из пластмасс; литые из гипса; литые или прессованные из каучука (резины); обрабатываемые способами гальванопластики или металлизации.[19]

Пресс-формы, изготавливаемые механической обработкой, широко используют для изготовления выплавляемых моделей. Пресс-форму целиком изготавливают на механообрабатывающих станках без применения мастер-модели. Конструкция пресс-форм для несложных отливок (без внутренних полостей) относительно проста, так же как и ее изготовление. Значительно сложнее и дороже изготовление пресс-форм для отливок с внутренними полостями или с фигурной плоскостью разъема. Модели с внутренними полостями или с профильными сочленениями (оси которых не параллельны направлению раскрытия формы или проходят вне плоскости разъема) долж-

ны иметь выдвижные стержни, точное изготовление и подгонка которых в пресс-форме очень трудоемки. Такие пресс-формы изготавливают из стали и алюминиевых сплавов. Алюминиевые сплавы предпочтительнее, так как они имеют высокую теплопроводность.[19]

Пресс-формы для литья выплавляемых моделей должны отвечать следующим основным требованиям: обеспечивать получение качественных моделей (с заданной точностью и чистотой поверхности, без дефектов); минимальное время охлаждения модели.[19]

По целевому назначению и использованию пресс-формы подразделяются:

- 1) для изготовления собственно моделей;
- 2) для изготовления вспомогательных технологических деталей (стояков, коллекторов, прибылей и т. п.).

По конструкции пресс-формы классифицируют на одногнездовые (однместные); многогнездовые, не связанные литниковой системой; многогнездовые со сменными вкладышами для сборки в кондукторах.[19]

По степени механизации пресс-формы бывают простые, с удалением моделей (вручную); простые, с ручным удалением моделей с помощью толкательной системы; сложные, с извлекаемыми стержнями. Пресс-формы собирают со стержнями и деталями пресс-формы и разбирают вручную или с помощью механизмов; полностью механизированные или автоматизированные.[19]

При проектировании пресс-форм для выплавляемых моделей необходимо учитывать конструктивные особенности их элементов, которые могут существенно влиять на работу всей пресс-формы. Такими элементами, например, являются:

- 1) собственно полуформы, зависящие от конфигурации отливки (пресс-форма без отъемных вставок либо с разборными элементами);
- 2) стержень (подвижной или стационарный);
- 3) толкатели;

- 4) система охлаждения пресс-формы;
- 5) система подвода модельного состава в центральный коллектор (сборка звеньев моделей);
- 6) система подвода модельного состава для отдельных моделей (припаиваемые модели);
- 7) система отвода воздуха у пресс-форм.

#### 2. 2. 6. 1 Описание пресс-формы

Пресс-форма для отливки «Обтекатель» будет состоять из следующих частей: четыре основные части и два стержня. Для повышения точности пресс-формы используются штифтовые соединения, которые центрируют нижнюю крышку и верхнюю крышку. Откидные болты соединяют между собой верхнюю и нижнюю крышку, закрепляя остальные составные части пресс формы.

Характеристики пресс формы:

- 1) класс точности – 8;
- 2) относится к категории сложных по конструкции;
- 3) изготавливается с помощью механической обработки, так как составные части имеют сложную конфигурацию;
- 4) по целевому направлению относится к изготовлению собственно самой модели;
- 5) по конструкции является одногнездовой, так как в ней изготавливаться лишь одна модель;
- 6) сборка и разборка осуществляется в ручную;
- 7) извлечение модели производится в ручную;
- 8) изготавливается из алюминиевых сплавов;
- 9) охлаждение происходит в воде;
- 10) запрессовка под давлением пастообразным модельным составом будет производиться шприц машиной, либо ручным запрессовочным пистолетом.



## 2. 2. 7 Технологический выход годного

Выход годного рассчитывается из соотношения массы отливки без литниково-питающей системы к массе заливаемого металла для данной отливки.

$$ТВГ = \frac{M_{отл}}{M_{спл}} \cdot 100\% = \frac{2,3}{4,04} \cdot 100\% = 57\%,$$

где  $M_{отл}$  – масса отливки без литниково-питающей системы;

$M_{спл}$  – масса заливаемого металла для данной отливки.

## 2. 2. 8 Анализ возможных видов брака и меры его предупреждения

Выполненный расчёт является приближенным, поэтому по результатам опытных заливок будет проводится доработка.

Ниже в таблице 2. 4 указаны возможные систематические дефекты и меры их предупреждения.

Таблица 2. 4 – Систематические дефекты

Дефект	Причины	Способы исправления
Засор	Механические повреждения оболочек на всех операциях	Предохранять оболочки и формы от мех. повреждений на всех технологических операциях
	Попадание инородных частиц с модельной массой	Модельную массу фильтровать и отстаивать
	Попадание инородных примесей через воронку при формовке блоков	Воронку подрезать, перед формовкой закрыть крышкой, после формовки блок пылесосить.
Значительная шероховатость поверхности	Плохое смачивание суспензией мод. блока	Для увеличения смачивания добавлять ПАВ
	Образование в полости формы налета кремнезема («пушка») вследствие неполного гидролиза ЭТС в связующем облицовочного слоя	Строго соблюдать рецептуру и режим приготовления связующего и суспензии; ускорить процесс сушки облицовочного слоя интенсивной вентиляцией камеры
	«Пробой» первого облицовочного слоя суспензии крупными зернами при обсыпке модельных блоков	Не применять крупнозернистый дистен-силлиманит. Консистенцию и состав суспензии подбирать так, чтобы он был равномерным и достаточным по толщине на всех поверхностях модели

Окончание таблицы 2. 4

Шлаковые и газовые раковины	Повышенная насыщенность металла газами и окислами	Тщательно раскислять сплав перед заливкой
	Попадание шлака вместе с жидким металлом	Использовать другие типы ЛПС. Тщательней задерживать шлак скребком при заливке.
	Повышенная газотворность литейной формы	Прокаливать в течение 12 часов
	Недостаточная газопроницаемость оболочки	Промывать и прокаливать огнеупорные материалы.
Коробление	Изменение размеров оболочки под давлением модельной массы при нагреве-охлаждении	Поддерживать постоянную температуру в помещении сушки и хранения модельных блоков; дольше выдерживать модельную массу в пресс-форме.

Все объемные дефекты могут быть подразделены на дефекты, которые выходят на поверхность отливки и обнаруживаются визуальным осмотром, и дефекты, не обнаруживаемые визуальным осмотром (внутренние).

**2. 2. 9 Контроль качества отливки осуществляем следующими методами**

- 1) Испытание образцов на механические свойства.
- 2) Визуальный осмотр
- 3) Проверку на пористость заливкой керосина во внутреннюю полость отливки.

Отливки, прошедшие контроль и не имеющие дефектов, сдаются на склад готовой продукции.

					ЛП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Расчёт численности рабочих.

Численность рабочих бывает списочная и явочная. Явочная численность подразумевает тех рабочих, которые фактически участвуют в производственном процессе. Списочная численность – это все постоянные и временные рабочие, имеющие трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет явочной численности рабочих выполняют по формуле[8]:

$$N_{я.і.} = H_i \cdot A_i \cdot C_i,$$

где  $H_i$  – норма обслуживания оборудования в смен, чел.;

$A_i$  – количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

$C_i$  – числе смен в сутки.

Списочное число рабочих определяют по формуле[8]:

$$N_{сп.і.} = N_{я.і.} \cdot K_{сп},$$

где  $K_{сп}$  – коэффициент списочного состава.

$$K_{сп} = \frac{T_n}{T_{\partial}},$$

где  $T_n$  – номинальный фонд времени, сут;

$T_{\partial}$  – действительный фонд времени, сут.

Величины  $T_n$  и  $T_{\partial}$  определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося[8]:

$$T_n = (366 - B - П - П_n) \cdot 8 + П_n \cdot 7,$$

где  $B=119$  – число выходных дней;

$П=14$  – число праздничных дней;

$П_n=2$  – предпраздничные дни.

$$T_n = (366 - 119 - 14 - 2) \cdot 8 + 2 \cdot 7 = 231 \cdot 8 + 14 = 1862ч.$$

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле:

$$T_{\partial} = T_n - H,$$

где  $H$  – планируемые невыходы на работу;

$$T_{\partial} = T_n - H = (233 - 39) * 8 = 1552 \text{ ч}.$$

Таблица 3. 1 – Баланс рабочего времени формовщика[8]

Статьи баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
1 Календарный фонд времени	366	2928
2 Нерабочее время:		
а) выходные	103	-
б) праздничные	14	-
в) предпраздничные дни	2	
Номинальный фонд рабочего времени	233	1862
Невыходы на работу, в том числе:		
а) основной и дополнительный отпуск	39	-
б) болезни	28	-
в) выполнение государственных и общественных обязанностей	8	-
г) отпуска по учебе	1	-
	2	-
5 Действительный годовой фонд времени одного рабочего, час	194	1552
6 Коэффициент списочного состава $K_{сп}$	1,2	9,6

Пример баланса рабочего времени формовщика приведен в таблице 3. 1. Для остальных рабочих, имеющих одинаковые основные и дополнительные отпуск, баланс рабочего времени рассчитывается аналогично. С учетом этих данных выполняется расчет численности рабочих, результат которого сводятся в таблице 3. 2.

Таблица 3. 2 – Расчет списочного состава основных рабочих[8]

Наименование отделений, оборудования и профессий		Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Кол-во агрегатов, шт	Количество рабочих, чел		K <sub>сп</sub>	
						явочное			списочное
						в смену	в сутки		
1		2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Модельное отделение								
1.1.	Установка 651								
Модельщик по ВМ		2	2	1		1	2	3	1,2
1.2.	Шприцмашина 659А								
Модельщик по ВМ		2	2	1		3	6	7	1,2
1.3.	Электропаяльник								
Модельщик по ВМ		4	2	1		12	24	29	1,2
Итого:						16	32	39	
2.	Отделение изготовления оболочковых форм								
2.1.	Установка 662								
Оператор		4	2	1		4	8	10	1,2
2.2.	Автомат 6А63								
Формовщик по ВМ		3	2	2		10	20	24	1,2
2.3.	Установка 6А82								
Формовщик по ВМ		2	2	1		5	10	12	1,2
2.4.	Установка 671М								
Формовщик по ВМ		4	2	1		2	4	5	1,2
Итого:						21	42	50	

## Окончание Таблицы 3. 2

1		2	3	4	5	6	7	8	9
3.	Прокалочно-заливочное отделение								
3.1.	Установка 675А				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
3.2.	Печь ИСТ-0,16				12				
	Плавильщик	5	2	0,5		6	12	14	1,2
	Завальщик	2	2	1		12	24	29	1,2
	Заливщик	3	2	0,5		6	12	14	1,2
Итого:						25	50	61	
4.	Термообрубное отделение								
4.1.	Установка 6А92				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.2.	Гидравлический пресс 6А93				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.3.	Установка 695				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.4.	Печь ПШЗ 12.40/12				2				
	Термист	3	2	1		2	4	5	1,2
4.5.	Печь ПШО 15.20/7				3				
	Термист	3	2	1		3	6	7	1,2
Итого:						8	16	21	

Таблица 3. 3 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих[8]

Профессия	Разряд	Количество рабочих, чел.			K <sub>сп</sub>
		явочное		списочное	
		в смену	в сутки		
Комплектовщик пресс-форм	4	3	6	8	1,2
Ковшевой	3	3	6	8	1,2
Маркировщик сталей	1	2	4	5	1,2
Контролёр	3	3	6	7	1,2
Пирометрист	2	3	6	8	1,2
Лаборант	3	2	4	5	1,2
Весовщик	2	2	4	5	1,2
Водитель внутреннего транспор- та	2	2	2	3	1,2
Крановщик	4	3	6	8	1,2
Стропальщик	2	3	6	8	1,2
Кладовщик	2	1	2	3	1,2
Слесарь	3	3	6	8	1,2
Станочник	3	5	10	12	1,2
Электрик	5	3	6	8	1,2
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	3	2	4	5	1,2
Печник-футеровщик	4	2	4	5	1,2



Таблица 3. 4 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП[8]

Должность	Количество, чел.	Оклад, тыс. р.		
		месячный	годовой	с учетом районного коэффициента
ИТР				
1. Начальник цеха	1	45	540	621
2. Заместитель начальника	1	30	360	414
3. Заведующий лабораторией	1	25	300	345
4. Диспетчер	1	18	216	248,4
5. Начальник техбюро	1	30	360	414
6. Инженер-технолог	4	25	300	345
7. Инженер-экономист	1	25	300	345
8. Старший мастер	1	26	312	358,8
9. Сменный мастер	8	24	288	331,2
10. Мастер	4	23	276	317,4
11. Механик цеха	1	22	264	303,6
12. Энергетик цеха	1	23	276	317,4
Итого	25	316	3792	4360,8
Служащие				
1. Инструктор по кадрам	1	20	240	276
2. Нормировщик	1	19	228	262,2
3. Бухгалтер	1	22	264	303,6
4. Секретарь	1	18	216	248,4
5. Табельщик	1	19	228	262,2
6. Завхоз	1	15	180	207
Итого	6	113	1356	1559,4
МОП				
1. Гардеробщица	1	14	168	193,2
2. Уборщица	2	18	216	248,4
3. Курьер	1	20	240	276
Итого	4	52	624	717,6
Всего	35	481	5772	6637,8

Принятое количество персонала занесем в таблицу, с указанием удельного веса в общей численности.

Таблица 3. 5 – Структура трудящихся в цехе[8]

Категория персонала	Количество, чел.	Удельный вес в общей численности, %
1. Рабочие, всего	277	88,8
В том числе:		
основные	171	54,8
вспомогательные	106	34,0
2. ИТР	25	8,0
3. Служащие	6	1,9
4. МОП	4	1,3
ИТОГО	312	

### 3. 2 Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную системы оплаты труда. Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Она применяется, когда количественный результат труда уже определен ходом рабочего процесса, когда количественный результат труда не может быть измерен, когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярна по нагрузке.

При сдельной системе оплаты труда учитывается как степень сложности труда, так и производительность, достигнутая в течении рабочего времени.

Порядок расчета планового фонда заработной платы основных и производственных рабочих следующий:

- 1) определение тарифного фонда заработной платы;
- 2) установка выплат и доплат;
- 3) расчет общего фонда заработной платы;
- 4) определение средней заработной платы рабочих.

### 3.3 Определение основного фонда заработной платы

Расчет фонда заработной платы осуществляется укрупнено (по средней тарифной ставке) по каждому отделению цеха[8]:

$$T_{cp} = \sum_{m=1}^m T_{ст.м} \cdot \frac{N_i}{N_{Я}},$$

где  $T_{ст.и}$  – тарифная ставка рабочего  $i$ -ого разряд;

$N_i$  – явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{Я}$  – явочное число рабочих данной группы.

Расчет фонд заработной платы представлен в таблице 3. 6.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих (отделению) рассчитывается по формуле:

$$З_{м.ф.} = T_{cp} \cdot H_{ч};$$

$$З_{м.ф.с} = З_{м.ф} + \Delta З_c,$$

где  $З_{м.ф.с}$  – зарплата сдельщиков;

$\Delta З_c = З_{м.ф} (K-1)$  – приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки  $K$  можно принять в пределах 1,5 – 1,3);

$H_{ч}$  – годовые затраты времени данных рабочих на программу.

$$H_{ч} = N_{сн} \cdot T_{\partial},$$

где  $N_{сн}$  – списочное число рабочих данной группы;

$T_{\partial}$  – действительный фонд времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы рабочих каждой группы рассчитывается по формуле[8]:

$$З_{ос} = З_{т.ф.с} \left( 1 + K_{пр} + K_{ст} + K_{ком} + K_{др} \right) \cdot K_{рн},$$

где  $K_{пр}$  – коэффициент премиальных доплат;

$K_{ст}$  – коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{ком}$  – коэффициент компенсационных доплат;

$K_{др}$  – коэффициент прочих доплат;

$K_{рн}$  – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата высчитывается по формуле[8]:

$$З_{дон} = З_{ос} \cdot K_{дон} / 100,$$

где  $K_{дон}$  – коэффициент дополнительной зарплаты.

$$K_{дон} = T_{отп} \cdot 100 / T_{д} + T_{г.о} \cdot 100 / T_{д} + T_{у.о} \cdot 100 / T_{д} + 0,5,$$

где  $T_{отп}$  – длительность отпуска рабочего, сут;

$T_{д}$  – действительный фонд рабочего времени, сут;

$T_{г.о}$  – время выполнения государственных обязанностей, сут;

$T_{у.о}$  – время учебного отпуска, сут;

0,5 – размер прочих составляющих дополнительной зарплаты.

Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих приведен в таблице 3. 6.

Таблица 3. 6 – Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих[8]

Участок	Количество рабочих	Средняя часовая ставка, руб.	Затраты времени на программу, чел. ч	Зарплаты за отработанное время, тыс. руб.							Зарплата, тыс. руб.			
				по тарифу	приработок сдельщика	премии	стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	итого	с учетом районного коэффициента	за неотработанное время	годовой фонд	среднемесячная по цеху	среднемесячная на 1 рабочего
Модельное отделение:														
1. Модельщик по ВМ	10	71	15220	1080,62	540,31	486,3	243,1	162,093	2512,44	2889,31	72,1582	2961,47	246,789	24,6789
2. Модельщик по ВМ	29	71	44138	3133,8	1566,9	1410	705,1	470,0697	7286,08	8378,99	209,259	8588,25	715,688	24,6789
Итого	39											11549,7	962,476	49,3578
Отделение изготовления обложечных форм:														
1. Оператор	10	66,4	15520	1030,53	515,26	463,7	231,9	154,5792	2395,98	2755,37	68,8133	2824,19	235,349	23,5349
2. Формовщик по ВМ	24	66,4	37248	2473,27	1236,6	1113	556,5	370,9901	5750,35	6612,9	165,152	6778,05	564,838	23,5349
3. Формовщик по ВМ	12	66,4	18624	1236,63	618,32	556,5	278,2	185,495	2875,17	3306,45	82,576	3389,03	282,419	23,5349

Продолжение таблицы 3. 6

4. Формовщик по ВМ	5	66,4	7760	515,264	257,63	231,9	115,9	77,2896	1197,99	1377,69	34,4067	1412,09	117,674	23,5349
Итого	51											14403,4	1200,28	100,023
Прокалочно- заливочное отде- ление														
1. Оператор	3	54,8	4656	255,149	127,57	114,8	57,41	38,27232	593,221	682,204	17,0375	699,242	58,2701	19,4234
2. Плавильщик	14	54,8	21728	1190,69	595,35	535,8	267,9	178,6042	2768,36	3183,62	79,5084	3263,13	271,927	19,4234
3. Завальщик	29	54,8	45008	2466,44	1233,2	1110	554,9	369,9658	5734,47	6594,64	164,696	6759,34	563,278	19,4234
4. Заливщик	14	54,8	21728	1190,69	595,35	535,8	267,9	178,6042	2768,36	3183,62	79,5084	3263,13	271,927	19,4234
Итого	60											13984,8	1165,4	97,1169
Термообрубное отделение														
1. Оператор	9	65	13968	907,92	453,96	408,6	204,3	136,188	2110,91	2427,55	60,6262	2488,18	207,348	23,0387
2. Термист	12	65	18624	1210,56	605,28	544,8	272,4	181,584	2814,55	3236,73	80,8349	3317,57	276,464	23,0387
Итого	21											5805,75	483,812	46,0774
Всего основные рабочие	171													
Вспомогательные рабочие														
Комплектовщик пресс-форм	8	58	12416	720,128	360,06	324,1	162	108,0192	1674,3	1925,44	48,0864	1973,53	164,461	20,5576
Ковшовой	8	51	12416	633,216	316,61	284,9	142,5	94,9824	1472,23	1693,06	42,2829	1735,34	144,612	18,0765
Маркировщик сталей	5	39	7760	302,64	151,32	136,2	68,09	45,396	703,638	809,184	20,2087	829,392	69,116	13,8232
Контролёр	7	51	10864	554,064	277,03	249,3	124,7	83,1096	1288,2	1481,43	36,9975	1518,43	126,536	18,0765
Пирометрист	8	45	12416	558,72	279,36	251,4	125,7	83,808	1299,02	1493,88	37,3084	1531,19	127,599	15,9499
Лаборант	5	51	7760	395,76	197,88	178,1	89,05	59,364	920,142	1058,16	26,4268	1084,59	90,3825	18,0765

Окончание таблиц 3. 6

Весовщик	5	45	7760	349,2	174,6	157,1	78,57	52,38	811,89	933,674	23,3178	956,991	79,7493	15,9499
Водитель внут- реннего транс- порта	3	45	4656	209,52	104,76	94,28	47,14	31,428	487,134	560,204	13,9907	574,195	47,8496	15,9499
Крановщик	8	58	12416	720,128	360,06	324,1	162	108,0192	1674,3	1925,44	48,0864	1973,53	164,461	20,5576
Стропальщик	8	45	12416	558,72	279,36	251,4	125,7	83,808	1299,02	1493,88	37,3084	1531,19	127,599	15,9499
Кладовщик	3	45	4656	209,52	104,76	94,28	47,14	31,428	487,134	560,204	13,9907	574,195	47,8496	15,9499
Слесарь	8	51	12416	633,216	316,61	284,9	142,5	94,9824	1472,23	1693,06	42,2829	1735,34	144,612	18,0765
Станочник	12	51	18624	949,824	474,91	427,4	213,7	142,4736	2208,34	2539,59	63,4243	2603,02	216,918	18,0765
Электрик	8	65	12416	807,04	403,52	363,2	181,6	121,056	1876,37	2157,82	53,89	2211,71	184,309	23,0387
Работник по под- готовке шихты и формовочных материалов	5	51	7760	395,76	197,88	178,1	89,05	59,364	920,142	1058,16	26,4268	1084,59	90,3825	18,0765
Печник- футеровщик	5	58	7760	450,08	225,04	202,5	101,3	67,512	1046,44	1203,4	30,054	1233,46	102,788	20,5576
Итого вспомога- тельных	106											23150,7	1929,22	160,769
Основные рабо- чие	171											45743,7	3811,97	317,664
Итого для основ- ных и вспомога- тельных рабочих	277											68894,3	5741,19	478,433

### 3. 4 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости включается:

- 1) Отчисления в фонд социального страхования;
- 2) Отчисления в пенсионный фонд;
- 3) Отчисления в фонд медицинского страхования.

Принимаем процент отчислений для: фонда социального страхования 2,9% от фонда заработной платы; пенсионного фонда 22% от фонда заработной платы; фонда медицинского страхования 5,1% от фонда заработной платы.

Данные по отчислениям сводим в таблицу 3. 7.

Таблица 3. 7 – Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда основных и вспомогательных рабочих, а также управленческого и обслуживающего персонала[8]

Фонд зарплаты	Отчисления в фонд, тыс. руб.			Отчисления на социальные нужды, руб.
	пенсионный	медицинского страхования	социального страхования	
Основные рабочие по цеху	10063,60375	2332,926324	1326,565949	13723,1
Вспомогательные рабочие по цеху	5093,150092	1180,684794	671,3697848	6945,2
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху	1269,84	294,372	167,388	1731,6

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления сводим в таблицу 3. 8



Таблица 3. 8 – Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. р. [8]

	Фонд заработной платы, тыс. руб.	Виды оплаты из фонда потребления, тыс. руб.						Общий фонд заработной платы, тыс. руб.
		Единовременные премии	Вознаграждения за выслугу лет	Материальная помощь	Доплаты к отпуску	Оплата жилья	Другие оплаты	
Основные рабочие	45743,65	2287,18	2058,46	1372,31	914,87	2287,18	457,44	55121,10
Вспомогательные рабочие	23150,68	1157,53	1041,78	694,52	463,01	1157,53	231,51	27896,57
ИТР, служащих и МОП	6637,80	331,89	298,70	199,13	132,76	331,89	66,38	7998,55
ИТОГО	75532,14	3776,61	3398,95	2265,96	1510,64	3776,61	755,32	91016,22

### 3. 5 Затраты на возведения здания цеха

Расчет выполняется по ориентировочным нормативам. Стоимость здания литейного цеха примем ориентировочно 1 тыс. р. за 1 м<sup>3</sup>, стоимость бытовых помещений 1,5 тыс. р. за м<sup>3</sup>.

Затраты на здание и бытовые помещения вычисляются по формуле[8]:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд} \text{ и } C_{б.п.} = V_{б.п.} \cdot c_{б.п.},$$

где  $V_{зд}$ ,  $V_{б.п.}$  – объемы здания и бытовых помещений, м<sup>3</sup>;

$c_{зд}$ ,  $c_{б.п.}$  – удельная цена здания и помещений, тыс. р./м<sup>3</sup>.

Расчет затрат приведен в таблице 3.9.

### 3. 6 Затраты на приобретение, монтаж оборудования и подъемно-транспортных механизмов.

Расчет выполняется по ведомости основного оборудования, составленной на основании расчетов количества оборудования.

Затраты на монтаж оборудования составляют 10% для горячих цехов.

Затраты на приобретение и монтаж подъемно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем 1000 р. на 1 т отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря на одного работающего принимаем из расчета 2000 р. на одного работающего.

Данные по вышеперечисленным затратам приведены в таблице 3. 9.

Таблица 3. 9 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений[8]

Наименование	Общая площадь, м3	Марка (мо- дель) обо- рудование	Количе- ство, шт	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс. руб.	Амортизационные отчисления		
				Цена, тыс. руб.	Монтаж			Всего, тыс. руб.	Нор- ма, %	Сумма, тыс. руб.
					%	Тыс. руб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Здания и сооружения	35640,0			1,0				35640,0	2,0	712,8
Бытовые помещения	16848,0			1,5				25272,0	2,0	505,4
Итого	52488,0							60912,0		1218,2
Основное оборудование:										
1. Индукционная печь		ИСТ-0,16	12,0	450,0	10,0	45,0	495,0	5940,0	7,0	415,8
2. Шприцмашина		659A	3,0	150,0	10,0	15,0	165,0	495,0	9,0	34,7
3. Оборудование для приготовления обмазки		662,0	4,0	270,0	10,0	27,0	297,0	1188,0	9,0	83,2
4. Оборудование для приготовления огнеупорного покрытия		6A63	5,0	350,0	10,0	35,0	385,0	1925,0	9,0	134,8
5. Оборудование для сушки блоков		683,0	8,0	200,0	10,0	20,0	220,0	1760,0	9,0	123,2
6. Оборудование для выплавки мо- дельного состава		671M	2,0	250,0	10,0	25,0	275,0	550,0	9,0	38,5
7. Автоматическая линия		675A	1,0	1500,0	10,0	150,0	1650,0	1650,0	9,0	115,5
8. Установка для отделения керамики		6A92	1,0	300,0	10,0	30,0	330,0	330,0	9,0	23,1
9. Гидравлический пресс		6A93	1,0	200,0	10,0	20,0	220,0	220,0	9,0	15,4
10. Установка для высщелачивания керамики		695,0	2,0	300,0	10,0	30,0	330,0	660,0	9,0	46,2

Окончание таблицы 3. 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11. Печь для нормализации отливок		ПШЗ 12.40/12	2,0	938,0	10,0	93,8	1031,8	2063,6	9,0	144,5
12. Печь для отпуска отливок		ПШО 15.20/7	3,0	847,0	10,0	84,7	931,7	2795,1	9,0	195,7
Итого			44,0	5755,0				19576,7		1370,4
Подъемно-транспортное оборудование:								11746,0	10,0	1174,6
Инструмент и оснастка								2500,0	50,0	1250,0
Хозяйственный инвентарь								624,0		624,0
Итого								3124,0		1874,0
Всего								104412,7		6542,6

### 3. 7 Расчет суммы амортизационных отчислений и отчислений в фонд ремонта и эксплуатации оборудования

При выполнении проектных расчетов принимаем следующие значения норм отчисления:

- 1) Для зданий и сооружений – 2 %;
- 2) Плавильных печей – 7 %;
- 3) Технологического оборудования – 9 %;
- 4) Подъемно-транспортного оборудования – 10 %;
- 5) Инструмента и оснастки – 50 %;
- 6) Прочего оборудования – 10 %.

Результаты расчета амортизационных отчислений заносим в таблицу 3. 9.

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываются в процентах от балансовой стоимости. Эти данные заносим в таблицу 3. 10.

Таблица 3. 10 – Смета расходов на ремонт и содержание оборудования[8]

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
Эксплуатация оборудования	435,007
Текущий ремонт оборудования	2175,035
Внутрипроизводственное перемещение груза	12500
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	37500
Прочие расходы	10441,27
Итого	63051,312

### 3. 8 Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость включают следующие группы затрат:

- 1) Материальные затраты;
- 2) Затраты на оплату труда;
- 3) Отчисления на социальные нужды;
- 4) Амортизация основных фондов;
- 5) Прочие расходы.

Выделяют следующие категории затрат[8]:

1) По роли в системе управления – производственные и непроизводственные;

2) По их динамике, соответствующей функциональным изменениям;

Производственные затраты подразделяются на четыре категории:

1) Прямые затраты на материалы, которые входят в состав конечного продукта, то есть на шихтовые материалы;

2) Оплата прямого труда, то есть зарплата основных рабочих;

3) Затраты на амортизацию, ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию и топливо;

4) Накладные цеховые и заводские расходы.

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

Непроизводственные затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки и т. п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Расчет по затратам приводим в таблице 3. 11.

Расходы на подготовку и освоение производства планируются в размере 520 % от основной зарплате производственных рабочих в сумме с затратами на ремонт и эксплуатацию оборудования.

Таблица 3. 11 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статья за- трат	Единицы измере- ния	На 1 т литья			На программу	
		Кол-во	Цена, руб.	Сумма, тыс. руб.	Кол-во	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1. Сырье и основные материалы						
Стальной лом	т	1,0625	4800	5,0998	2656,1544	13545,89
Ферромар- ганец	т	0,0004	70000	0,0261	0,9320	0,0243
Возврат соб- ственного производ- ства	т	0,8069			2017,2794	
Итого	т	1,8697		5,1259	4674,4000	13545,92
2. Возвраты (литники и прибыли)	т	0,8069			2017,2800	
Угар и без- возвратные потери	т	0,0543			135,7300	
Итого за вы- четом угара и возврата	т	1,0			2521,3900	
3. Оплата труда основ- ных рабочих	тыс. руб.			22,05		55121,10
4. Отчисле- ние на соци- альные нуж- ды	тыс. руб.			5,49		13723,09
5. Техноло- гическая электроэнер- гия	кВт*ч	8141	4,8	39,08	20352495,6 6	97692,0
6. Техноло- гическое топливо	м3	502,314	4,75	2,385	1255784	5964,974
7. Энергия на техниче- ски нужды:						
вода	м3	38,6988	4,42		96747	427,621
воздух	м3	1006,17	2,36	2,374	2515422	5936,395
8. Расходы на подготов- ку и освое- ние произ- водства	тыс. руб.			139,87		349681,044

1	2	3	4	5	6	7
9. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования	тыс. руб.			25,22		63051,312
10. Отчисления на амортизацию оборудования	тыс. руб.			2,62		6542,6
Основная себестоимость	тыс. руб.			244,674		611686,0
Цеховые расходы	тыс. руб.			185,287		463219,99
Цеховая себестоимость	тыс. руб.			429,962		1074906,0
Общезаводские расходы	тыс. руб.			59,09		147715,518
Производственная себестоимость	тыс. руб.			919,01		2297527,60
Непроизводственные расходы	тыс. руб.			13,79		34462,91402
Полная себестоимость	тыс. руб.			932,80		2331990,52

### 3. 8 Расчет постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих[8]:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8 + FC_9,$$

где  $FC_1$  – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;

$FC_2$  – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

$FC_3$  – расходы на подготовку и освоение производства;

$FC_4$  – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала плюс отчисления на социальные нужды;

$FC_5$  – затраты на НИОКР, рационализацию и изобретательства;



$FC_6$  – Расходы на охрану труда;

$FC_7$  – прочие цеховые расходы;

$FC_8$  – общезаводские расходы;

$FC_9$  – непроизводственные расходы.

Таким образом, постоянные затраты равны:

$$FC = 6542,6 + 2610,042 + 349681,04 + (35895,12 + 8676,8) + 5511,55 + 6889,43 + 60301,28 + 147715,518 + 34462,91 = 658286,17 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$AFC = \frac{FC}{M},$$

где  $M$  – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = \frac{658286,17}{2500} = 263,31 \text{ тыс.р./т}$$

Таблица 3. 12 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Цена 1 т литья		Сумма на программу, тыс. руб.
	Количество	Сумма, тыс. руб.	
Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала		14,36	35895,12
Отчисления на социальные нужды		5,49	13723,10
Амортизация здания и инвентаря		2,62	6542,60
Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство		2,20	5511,55
Расходы на охрану труда		2,76	6889,43
Стоимость вспомогательных материалов		133,38	333446,75
Итого		160,80	402008,55
Транспортный налог		0,36	910,16
Прочие расходы		24,12	60301,28
Итого цеховых расходов			463219,99

Расчет переменных затрат производится по выражению[8]:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6 + VC_7,$$

где  $VC_1$  – суммарные затраты на сырье и основные материалы, тыс. р.;

$VC_2$  – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

$VC_3$  – затраты на технологическую электроэнергию;

$VC_4$  – затраты на технологическое топливо;

$VC_5$  – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

$VC_6$  – затраты на вспомогательные материалы;

$VC_7$  – транспортный налог.

Таким образом, переменные затраты равны:

$$VC = 13545,9242 + (55121,10 + 13723,1) + 97692 + 5964,974 + 6364,02 + 333446,75 + 910,16 = 526768,03$$

Средние удельные переменные расходы равны:

$$AVC = \frac{VC}{M} = \frac{526768,03}{2500} = 210,707 \text{ тыс. р. / т.}$$

Общие годовые и общие средние удельные затраты равны :

$$TC = FC + VC = 658286,17 + 526768,03 = 1185054,2 \text{ тыс. р.};$$

$$ATC = AVC + AFC = 210,707 + 263,31 = 474,017 \text{ тыс. р.}$$

### 3. 9 Анализ коммерческой эффективности проекта

Исходные данные

1) Годовой выпуск литья по программе – 2500 тыс. т;

2) Полная себестоимость:

на годовую программу - 2331990,52 тыс. руб.;

на 1 т годного литья (S) – 932,8 тыс. руб.;

3) Постоянные издержки – 658286,17 тыс. руб.;

4) Переменные издержки – 526768,03 тыс. руб.;

- 5) Полный фонд заработной платы – 91016,22 тыс. руб.;
- 6) Число трудящихся – 312 чел.;
- 7) Цена отливки – 1772,32 тыс. руб. за 1 т ( $P = 1,9 \cdot S = 1772$  тыс. руб.);
- 8) Годовой доход –  $1772,32 \cdot 2500 = 4430800$  тыс. руб.;
- 9) Капитальные затраты на строительство здания цеха - 60912,0 тыс.руб.;
- 10) Капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования – 19576,7 тыс. руб.;
- 11) Затраты на прирост оборотных средств – 2000 тыс. руб.

Составим таблицы распределения необходимых инвестиций и источников финансирования.

Таблица 3. 13 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн р.						всего
	1	2	3	4	5	6	
1. Строительство здания	18,2736	18,2736	24,3648				60,912
2. Приобретение и монтаж оборудования			8,7002	26,1006	8,7002		43,501
3. Прирост оборотных фондов			2				2
Итого	18,2736	18,2736	35,065	26,1006	8,7002		106,413

Общий объем необходимых инвестиций равен[8]:

$$ИОК = ИОК_1 + ИОК_2 + ИПО,$$

где  $ИОК_1$  – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений;

$ИОК_2$  – капитальные затраты приобретение и монтаж оборудования;

$ИПО$  – инвестиции на прирост оборотных средств.

Источники финансирования разделяются на собственные, привлеченные и заемные. Примем объем собственных средств  $ИФС=0,6 \cdot ИОК$ . Остальные средства в размере  $0,4 \cdot ИОК$  распределяются между привлеченными и заемными средствами. Принимаем  $ИФП_p=0,25 \cdot ИОК$  и  $ИФ_z=0,15 \cdot ИОК$ . [8]

Таблица 3. 14 – Источники финансирования

Наименование источника средств	Распределение вложений по кварталам, млн руб.						Всего
	1	2	3	4	5	6	
1. Собственные средства	18,2736	18,2736	24,3648	2,9358			63,8478
2. Привлеченные средства				26,6033			26,6033
3. Заемные средства			10,7002	2,0000	3,2618		15,9620
Итого	18,2736	18,2736	35,0650	31,5391	3,2618		106,4131

В таблице 3. 15 приведен план привлечения и погашения кредитных средств, в таблице 3. 16 – оперативный план производства.

Инвестиционная деятельность – это деятельность предприятия по вкладыванию собственных средств и привлечению чужих средств. В расходах средств здесь рассматриваются затраты на приобретение активов, а в доходах – поступления от продажи активов.

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции.

Финансовая деятельность связана с привлечением собственного капитала, с погашением задолженностей по кредитам, с выплатами дивидендов.

В таблицах 3. 17, 3. 18 и 3. 19 приведены данные по инвестиционной, финансовой и операционной деятельности.

Таблица 3. 16 – Оперативный план производства

[illegible]

Таблица 3. 17 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	09-12.
1. Поступления от продажи активов				26,6033					
2. Затраты на потребление активов									

Таблица 3. 18 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Собственный капитал	18,2736	18,2736	24,3648	2,9358					
2. Заемные средства				7,3511	8,6109				
3. Излишки средств	18,2736	18,2736	24,3648	10,2869	8,6109				

Таблица 3. 19 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Объем производства, т				312,5	468,75	625	625	625	625
2. Цена продукции, тыс. руб./т				1772,3	1772,3	1772,3	1772,3	1772,3	1772,3
3. Доход от продажи, млн руб.				553,844	830,766	1107,69	1107,69	1107,69	1107,69
4. Налоги на добавленную стоимость, млн руб.				110,769	166,153	221,538	221,538	221,538	221,538
5. Налоги и сборы, млн руб.				66,4613	66,4613	66,4613	66,4613	66,4613	66,4613
6. Валовые затраты, млн руб.				291,5	437,25	583	583	583	583

## Окончание таблицы 3. 19

7. Валовая прибыль, млн руб.				151,575	227,363	303,15	303,15	303,15	303,15
8. Резервный фонд, млн руб.				8,4063	15,7746	23,0916	22,5418	22,5418	22,2766
9. Фонд развития (часть фонда накопления, направляемая в проект), млн руб.				71,4535	129,352	184,733	157,793	157,793	144,798
10. Налогооблагаемая прибыль, млн руб.				5,25394	15,7746	28,8645	56,3545	56,3545	69,6143
11. Налог на прибыль, млн руб.				1,05079	3,15493	5,7729	11,2709	11,2709	13,9229
12. Чистая прибыль, млн руб.				84,063	157,746	230,916	225,418	225,418	222,766
13. Резервный фонд нарастающим итогом, млн руб.				8,4063	24,1809	47,2725	69,8143	92,3561	114,633
14. Фонд потребления, млн руб.							22,5418	22,5418	22,2766
15. Фонд накопления, млн руб.				71,4535	129,352	184,733	157,793	157,793	144,798
16. Фонд накопления нарастающим итогом, млн руб.				71,4535	200,806	385,539	543,332	701,125	845,923
17. Дивиденды, млн руб.				4,20315	126,197	23,0916	22,5418	22,5418	33,4149

Отчисления в резервный фонд являются обязательными. Начиная с четвертого квартала, примем отчисления в резервный фонд 10 % от чистой прибыли. Фонд потребления принимаем равным нулю до седьмого квартала. С седьмого квартала отчисления в фонд потребления будут составлять 10 % от чистой прибыли.

Валовая прибыль определяется по формуле[8]:

$$ВП = 0,8Д - ВЗ,$$

где  $Д$  – доход от продажи, млн руб.;

$ВЗ$  – валовые затраты, млн руб.

Чиста прибыль равна:

$$ЧП = ВП - НС - О,$$

где  $НС$  – налоги и сборы, млн руб.;

$О$  – отчисления на налог на прибыль, млн руб.

$$О = \frac{НОП \cdot НП}{100},$$

где  $НП$  – налог на прибыль, млн руб.;

$НОП$  – налогооблагаемая прибыль, млн руб.

$$НОП = ВП - НС - Р\Phi - \Phi P,$$

где  $\Phi P$  – фонд развития (примем его равным фонду накопления  $\Phi H$ );

$Р\Phi$  – резервный фонд.

$$Р\Phi = 0,1 \cdot ЧП;$$

$$\Phi П = K_1 \cdot ЧП.$$



Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  приведены в таблице 3. 20.

Таблица 3. 20 – Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$

Квартал	$K_1$	$K_2$
4	0	0,05
5	0	0,08
6	0	0,1
7	0,1	0,1
8	0,1	0,1
9-12	0,1	0,15

Таблица 3. 20 – Расчет чистых денежных потоков

Наименование денежных потоков	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн руб.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Приток наличности				71,4535	200,806	385,539	543,701	701,125	845,923
2. Отток наличности									
3. Расходы на основные и оборотные средства	-18,2736	-18,2736	-35,065	-26,1006	-8,7002				
4. Погашение задолженностей за кредит									-15,962
5. Чистый денежный поток	-18,2736	-18,2736	-35,065	45,3529	192,1058	385,539	543,701	701,125	829,961
Приток									
6. Собственный капитал	18,2736	18,2736	24,3648	2,9358					
7. Заемные средства			10,7002	2,0000	3,2618				
8. Чистый денежный поток	18,2736	18,2736	35,065	4,94	3,26175				
Приток									
9. Поступления от продаж активов				26,6033					
10. Чистый денежный поток				26,6033					
11. Излишек средств	0	0	0	76,892	195,3676	385,539	543,701	701,125	829,961
12. Суммарная потребность в средствах	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. Сальдо на конец квартала	0	0	0	76,892	272,2596	657,799	1201,5	1902,62	2732,59

Рассчитаем чистый дисконтированный эффект

Для приведения разновременных затрат и эффектов к ценности в начальном периоде, то есть дисконтирования, применяется норма дисконта  $E$ ., равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал. [8]

$$E = (E_{\min} + J) \cdot K,$$

где  $E_{\min}$  – минимальная норма доходности;

$J$  – среднегодовой тем инфляции;

$K$  – степень риска.

Принимаем  $E_{\min}=1$ ,  $J=12\%$ ,  $K=1,5$ , тогда

$$E_{\text{год}} = (0,5 + 0,12) \cdot 1,5 = 0,93;$$

$$(1 + E_{\text{кв}}) = (1 + E_{\text{год}})^{\frac{1}{4}}, \text{ отсюда } E_{\text{кв}} = (1 + 0,93)^{\frac{1}{4}} - 1 = 0,17.$$

Для приведения расходов и эффектов к начальному периоду необходи-

мо их умножить на коэффициент  $\alpha = \frac{1}{(1 + E)^t}$ , где  $t$  – норма расчетного шага,

равная  $(n-1)$ , где  $n$  – номер квартала;  $\alpha = \frac{1}{1,17^t}$ .

В таблице 3. 21 приведены данные по чистому дисконтированному эффекту за вычетом затрат без учета капиталовложений.

Таблица 3. 21 – Расчет чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12.
1. Чистый денежный поток, млн. р.				71,4535	200,806	385,539	543,701	701,125	845,923
2. Коэффициент дисконта $\alpha$	1	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,178
3. Чистый дисконтированный поток, млн. р.	0	0	0	44,613	107,160	175,849	211,956	233,612	150,413
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн. р.	0	0	0	44,613	151,774	327,622	539,578	773,189	923,603

### 3. 10 Показатели эффективности

Показателями эффективности являются:

1) Чистый дисконтированный доход:

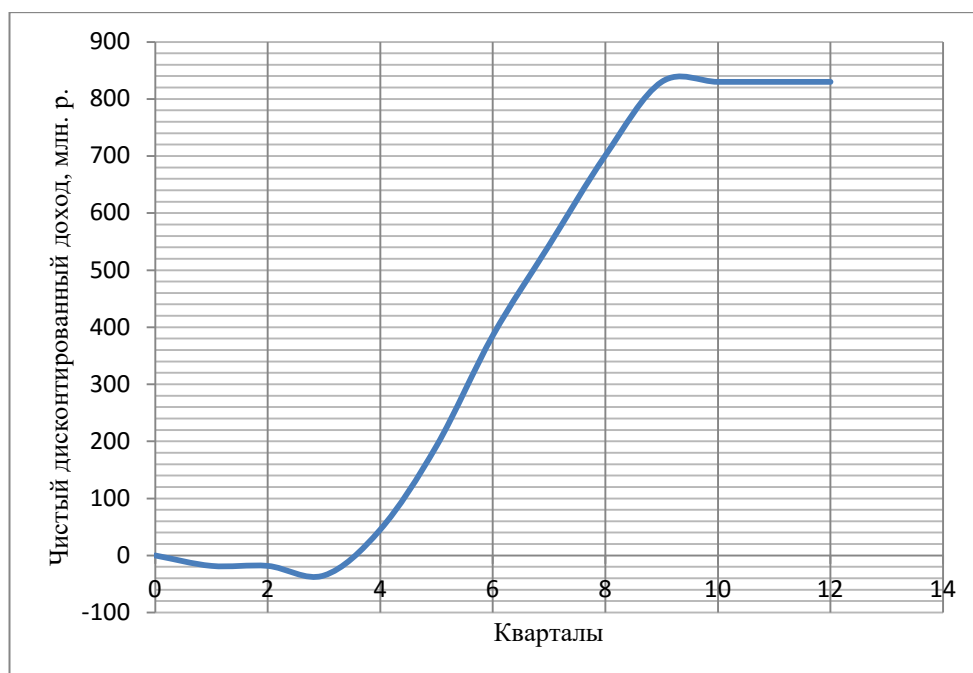
$$ЧДД = 923,603 - 80,454 = 843,149 \text{ млн руб.}$$

Это разность значений из таблицы 3. 21 пункта 4 за 9-12 кварталы таблицы 3. 22 пункта 4 за пятый квартал;

2) Индекс доходности  $ИД = \frac{S}{K}$ , где  $K$  – суммарный поток

$$\text{дисконтированных инвестиций. } ИД = \frac{923,603}{80,454} = 11,48 \text{ млн руб.};$$

3) Срок окупаемости проекта определяем по графику



**Рисунок 1 – Финансовый профиль проекта**

Исходя из графика проект окупается примерно за 4 квартала, то есть за один год.

4) Доля собственных средств: 0,6 %;

5) Точка безубыточности:

$$Q_{кр} = \frac{FC}{(P - AVC)} = \frac{658,286}{1772,3 - 210,707} = 424,548 \text{ т} < 2500 \text{ т.}$$

Таблица 3. 22 – Дисконтированные значения инвестиций

Показатель	кварталы				
	1	2	3	4	5
1. Суммарные инвестиции, млн руб.	18,2736	18,2736	35,065	26,1006	8,7002
2. Коэффициент дисконта $at$	1	0,855	0,731	0,624	0,533
3. Дисконтированные инвестиции, млн руб.	18,2736	15,6239	25,6325	16,2868	4,63721
4. Дисконтированное значение капитала нарастающим итогом, млн руб.	18,2736	33,8975	59,53	75,8168	80,454

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Введение

Вопросам безопасности труда в настоящее время уделяется большое внимание. Первопричиной многих негативных процессов в природе и обществе является антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе. В настоящее время, чтобы решить возникающие проблемы, человек должен совершенствовать техносферу, снизив ее негативное влияние на человека и природу до допустимых значений. Решая задачи обеспечения безопасности человека в техносфере, решаются одновременно задачи охраны природы от губительного влияния техносферы.

Для создания комфортных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний важное значение имеет общее устройство предприятий (планировка, конструкция зданий, вентиляция, освещение и т.д.). Обеспечение безопасных условий труда достигается путем большей степени его механизации и автоматизации.

В соответствии с заданием на дипломное проектирование требуется спроектировать цех стального литья по выплавляемым моделям. Для выполнения производственной программы, в цехе предусматривается установка печей ИСТ-016, установок приготовления модельной пасты, автоматов для изготовления моделей, установки для сушки блоков, линии формовки, прокаливания, заливки и охлаждения блоков, установок для очистки отливок.

Проектируемый цех предполагается разместить на территории города Екатеринбурга, в его северо-западной части. Господствующее направление ветров в этой части города: северо-западное, юго-западное и западное, а жилые районы расположены на востоке, в связи с этим расположение наиболее благоприятное с точки зрения экологической безопасности.

Санитарно-защитная зона в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [9] для предприятия третьего класса принимается 300 метров. Минимальное расстояние между литейным цехом и другими цехами – 50 метров.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4. 2 Безопасность труда

### 4. 2. 1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

В процессе производства на работников литейного цеха возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74[10]:

- 1) Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- 2) Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 3) Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;
- 4) Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- 5) Повышенный уровень шума на рабочем месте;
- 6) Повышенный уровень вибрации;
- 7) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которого может произойти через тело человека;
- 8) Недостаточная освещённость рабочей зоны;
- 9) Повышенный уровень теплового излучения;
- 10) Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования.

К вредным факторам относят шум, вибрацию, тепловое излучение, пыль, газы, пары; к опасным – электрический ток, движущиеся части оборудования, отлетающие частицы металла, возможность пожара.

В помещениях цеха поддерживаются условия, соответствующие требованиям ГОСТ 12.1.005-88 [11]. Работы, осуществляемые в литейном цехе, относятся к категории работ средней тяжести 2б. Санитарно-защитная зона и территория цеха озеленяются.

В цехе предусмотрены следующие санитарно - бытовые помещения и устройства: гардеробы, душевые и умывальные санузлы, уборные.

К основным особенностям выполняемой работы относится непосредственная близость работника к нагретым элементам агрегата и оборудования,

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

расплавленным веществам и токоведущим частям. Рабочая площадка имеет металлическое ограждение. Все токопроводы и электрические кабели скрыты кабель-каналами, вращающиеся, движущиеся части и элементы оборудования находятся в кожухах, либо свободный доступ к ним отсутствует, а также снабжены конечным выключателем. Рабочее место освещено, достаточно вентилируемо.

#### 4. 2. 2 Микроклимат

Оптимальные микроклиматические условия – сочетания параметров, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение правильного функционирования и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции, эти параметры обеспечивают ощущение теплового комфорта и хорошую работоспособность человека.

По Р 2.2.2006-05 определим категорию тяжести работы. К категории II б относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий).

Таблица 4. 1 – Классы условий труда по показателю температуры воздуха при работе в помещении с нагревающим микроклиматом

Категория работ *	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Ia	26,4	26,6	27,4	28,6	31,0	>31,0
Iб	25,8	26,1	26,9	27,9	30,3	>30,3
IIa	25,1	25,5	26,2	27,3	29,9	>29,9
IIб	23,9	24,2	25,0	26,4	29,1	>29,1
III	21,8	22,0	23,4	25,7	27,9	>27,9



Таблица 4. 2 – Классы условий труда по показателю температуры воздуха при работе в помещении с охлаждающим микроклиматом

Категория работ	Общие энерго-траты, Вт/м <sup>2</sup>	Класс условий труда						
		Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Ia	68 (58–77)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	18	16	14	12	
Iб	88 (78–97)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	17	15	13	11	
IIa	113 (98–129)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	14	12	10	8	
IIб	145 (130–160)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	13	11	9	7	
III	177 (161–193)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	12	10	8	6	

Фактические значения параметров микроклимата превышают допустимые для части основных профессий. Соответственно класс условий труда – 3.1 (вредные условия труда, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья).

Нормативным документом допустимых и оптимальных параметров микроклимата является ГОСТ 12.1.005-88[11] Характеристика категорий работ по тяжести приведена в табл. 4.3.

Таблица 4. 3 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/сек	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	Средней тяжести IIб	17-19	15-21	40-60	75	0,2	<0.4
Теплый	Средней тяжести IIб	20-22	16-27	40-60	70	0,3	0,2-0,5

#### 4. 2. 4 Тепловое излучение

Таблица 4. 4 – Класс условий труда по показателям теплового излучения по Р 2.2.2006-005

Показатель	Класс условий труда						
	опти- мальный	допу- стимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Тепловое излучение: интенсивность, Вт/м <sup>2</sup> экспозиционная доза, Вт ч		140	1500	2 000	2 500	2 800	>2 800
		500	1500	2 600	3 800	4 800	>4 800

При плавке и заливке металла наблюдается повышенный уровень инфракрасного излучения 400 Вт/м<sup>2</sup>. Следовательно, класс условий труда – 3.1.

Меры для снижения интенсивности теплового излучения.

Облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Коллективные средства защиты по ГОСТ 12.4.123-83:

- 1) Краны;
- 2) Водяные завесы;
- 3) Сокращение продолжительности смены, рабочего стажа;
- 4) Вентиляция;
- 5) Организация подсмен;
- 6) Дистанционное управление;
- 7) Питьевой режим 5 л/смену на человека подсоленной газированной воды, чая

Для литейщиков и плавильщиков применяются средства индивидуальной защиты:

- 1) Костюм суконный по ГОСТ 12.4.010-75;
- 2) Рукавицы суконные по ГОСТ 12.4.010-75;
- 3) Валенки типа ТВ по ГОСТ 12.4.050-78;
- 4) Каска защитная по ГОСТ 12.4.091-80;
- 5) Очки защитные по ГОСТ 12.4.013-97.

#### 4. 2. 4 Запылённость, загазованность

На человека, находящегося на рабочем месте, также воздействуют вредные вещества. Приведем их ПДК, класс опасности и действие на организм используя ГОСТ 12.1.005-88 [11]

Таблица 4. 5 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Аммиак	20	п	IV	Ф, А
CO	20	п	IV	О
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6	п	III	Ф
NiO	0,05	а	I	К
SiO <sub>2</sub>	6	п	III	Ф, К
SO <sub>2</sub>	10	п	III	А
NO	5	п	III	О
NO <sub>2</sub>	2	п	III	О

Условные обозначения:

п – пары или/и газы;

а – аэрозоль;

О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

А – вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях;

К – канцерогены;

Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

В целях создания оптимальных условий труда и предупреждения травматизма рабочих, проектом предусматриваются следующие меры защиты.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) в соответствии с ГОСТ 12.4.005-85.

Общеобменная вентиляция ГОСТ 12.4.021-75 в плавильном отделении обеспечивается вытяжкой через шахты на крыше. Приток воздуха направляется к рабочим местам в виде воздушных душей. Количество приточного воздуха компенсирует вытяжку общеобменной и местной вентиляции.

Для исключения попадания в атмосферу газа и пыли предусматривается отсос газов в момент плавки, а также в момент загрузки шихты в индукционную печь. Для удаления загрязненного воздуха над местом, где переливается металл из печей в раздаточные ковши, предусмотрен вытяжной зонт.

Вредные газы удаляются через систему местной вытяжной вентиляции при помощи зонтов и местных отсосов ГН 2.1.6.1338–03[12].

Для очистки отходящих газов предусмотрены пылеоседательные камеры. Это позволяет снизить выброс вредных примесей в атмосферу.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4. 2. 5 Вентиляция, отопление

Основная задача вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются благоприятные условия воздушной среды по ГОСТ 12.4.021-75.

Местная вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (осевыми и центробежными). В зимнее время воздух подогревается, в летнее время охлаждается и очищается от загрязнений (пыли и вредных паров газов) СНиП 41 – 01 – 2003.

Системы отопления и системы кондиционирования следует устанавливать так, чтобы ни теплый, ни холодный воздух не направлялся на людей. На производстве рекомендуется создавать динамический климат с определенными перепадами показателей. Температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более, чем на 5 градусов. В производственных помещениях помимо естественной вентиляции предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию, как было отмечено выше. Основным параметром, определяющим характеристики вентиляционной системы, является кратность обмена, то есть сколько раз в час сменится воздух в помещении.

Оптимальным вариантом является кондиционирование воздуха, то есть автоматическое поддержание его состояния в помещении в соответствии с определенными требованиями (заданная температура, влажность, подвижность воздуха) независимо от изменения состояния наружного воздуха и условий в самом помещении.

В здание цеха для ассимиляции тепловыделений от технологического оборудования в летнее время выполнена общеобменная вентиляция – аэрация.

При охлаждении форм выделяются газы. Но так как охлаждение происходит на заливочном плаце под кожухом, то в местах входа и выхода форм из под кожуха проектируется местная вытяжная вентиляция.

Процесс извлечения выбивки и отделения огнеупорных оболочек от отливок сопровождается выделением пыли. Что бы локализовать эти выделения так же применяется местная вентиляция.

На участке обрубки, заточки и финишных операций все вредные выделения будут удаляться через систему местной вентиляции. Для защиты от воздействий высокой и низкой температур, пламени, облучения, отлетающих искр, окалины и брызг расплавленного металла в цехе в обязательном порядке применяются средства индивидуальной защиты.

В плавильном отделении обеспечивается общеобменная вентиляция вытяжкой через шахты на крыше. В виде воздушных душей приток воздуха направляется к рабочим местам. Компенсирует вытяжку общеобменной и местной вентиляции количество приточного воздуха.

В момент загрузки шихты в индукционную печь и в момент плавки предусматривается отсос газов для исключения попадания в атмосферу газа и пыли в соответствии с ГН 2.1.6.1338 – 03[12]. Для удаления загрязненного воздуха предусмотрен вытяжной зонт над индукционными печами.

Во избежание ухудшения или нарушения состояния здоровья применяется рациональный режим труда и отдыха.

#### **4. 2. 6 Производственное освещение**

Для создания благоприятных условий труда большое значение имеет рациональное освещение. Неудовлетворительное освещение затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и работоспособности глаз и может явиться причиной несчастных случаев.

Естественное и искусственное освещение в рассматриваемом цехе соответствует требованиям СНиП 23-05-95[13]. Естественное освещение в цехе осуществляется через остекление наружных стен, светоаэрационные фонари. Для улучшения условий естественного освещения помещения и техническое оборудование окрашивается в светлые тона, повышающие освещенность рабочих мест за счет отраженного света. Очистка стенового остекления и фонарей производится не реже четырех раз в год.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Искусственное освещение в любую рабочую смену должно быть таким, чтобы можно было выполнять технологические операции и наладку оборудования без производственных дефектов и травматизма, чтобы исключалось чрезмерное утомление работающего в результате зрительного напряжения.

Также в производственных помещениях предусмотрено аварийное освещение с автономным питанием, которое устанавливается в проходах, коридорах, опасных зонах – движущихся, вращающихся частей машин и электрорубильников. Аварийное освещение планируют 10 % от нормируемого значения.

Светильники стационарного местного освещения питаются электрическим током напряжением не более 42 В. Напряжение для светильников переносного освещения не более 42 В. Для безопасного обслуживания светильников применяются приспособления (лестницы, стремянки, мостики с перилами и др.).

Согласно СНиП 23-05-95 [13], разряд зрительной работы IVa (средней точности), нормируемое значение  $KEO_n = 1,5 \%$ ,  $E_n = 200$  лк.

Расчет искусственного освещения ведем согласно СНиП 23-05-95.

Расчет светового потока одной лампы определяем по формуле:

$$F_{л} = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta} \text{ лм},$$

где  $E_n$  - нормированная освещенность,  $E_n = 200$  лк;

$S$ -площадь помещения,  $m^2$ ;  $S = 3800 m^2$ ;

$Z$ - коэффициент минимальной освещенности равен 1,15;

$k$ - коэффициент запаса лампы, необходимый для компенсации потерь освещения из-за ее запыленности равен 1,2;

$N$ - число светильников, шт;

$\eta$ -коэффициент использования светового потока.

Определяем индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)},$$

где  $i$  – индекс помещения;

$S$  – площадь пролёта,  $\text{м}^2$ ;

$h_p$  – высота подвески светильника над рабочей поверхностью, м;

$A$  – длина помещения, м;

$B$  – ширина помещения, м.

$$i = \frac{3800}{8,4 \cdot (54 + 70)} = 3,65.$$

С учетом величины  $i$ , коэффициента отражения света от потолка 50%, коэффициента отражения от стен 30%, принимаем коэффициент использования светового потока  $\eta=0,68$ .

Определяем расстояние между светильниками в пролетах  $L$  из условия:

$$\frac{L}{H_n} = 0,6;$$

$$L = 0,6 \cdot H_n, \text{м};$$

где  $H_n$  – высота подвеса светильников, м.

$$L = 0,6 \cdot 8,4 = 5,04 \text{ м}.$$

Определяем количество рядов светильников в пролетах  $X$ :

$$X = \frac{A - 2}{L};$$

$$X = \frac{24 - 2}{5,04} = 4,36, \text{ принимаем } 5 \text{ рядов}.$$

Рассчитываем количество ламп в ряду:

$$\Theta = \frac{B - 2}{L},$$



$$\Theta = \frac{54 - 2}{5,04} = 10,32 \text{шт}, \text{ принимаем } 11 \text{ шт.}$$

Рассчитываем общее количество ламп в пролете:

$$N = 5 \cdot 11 = 55 \text{шт}$$

Определяем световой поток ламп:

$$F = \frac{200 \cdot 3800 \cdot 1,15 \cdot 1,2}{55 \cdot 0,68} = 28042 \text{лм.}$$

Для помещения выбираем по ГОСТ 16534-77 лампу ДРЛ-700 с  $F_{\lambda} = 33000$  лм, в количестве 55 штук.

#### 4. 2. 7 Защита от шума

Исследованиями установлено, что шум является общебиологическим раздражителем и в значительной степени влияет на все органы и системы организма человека. В металлургическом производстве нельзя избежать появления шума, и, следовательно, его вредного влияния на орган слуха человека.

К последствиям воздействия шума на организм человека можно отнести следующее: угнетение центральной нервной системы, изменение скорости дыхания и пульса, нарушение обмена веществ, возникновение сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, возможны профессиональные заболевания - выраженный кохлеорный неврит (тугоухость).

Уровень звука в цехе не должен превышать допустимого уровня, значение которого приведено в ГОСТ 12.1.003 – 83 и составляет 80 дБА, в проектируемом цехе будут установлены индукционные, уровень звука которых находится в районе 60 дБА. Уровень звука в проектируемом цехе не превышает допустимого уровня. Условия труда допустимые, класс 2 согласно Р 2.2.2006-05.

#### 4. 2. 8 Защита от вибрации

Вибрация – сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести от положения равновесия или при периодическом изменении формы тела. Источником вибрации является гидравлическим пресс. Эквивалентный уровень виброскорости составляет 80 дБ. Эквивалентный уровень виброускорения принят по нормативам, и равен 92 дБ, фактический уровень - 88 дБ. Условия труда при технологических процессах, допустимые, класс 2.

Ликвидация и ослабление вибрации имеет значение для создания благоприятных условий, предотвращения профессиональных заболеваний, но и для продления срока службы конструкций машин и аппаратов улучшения их работы. Ослабление вибрации в соответствии с ГОСТ 12.4.046–78 достигается конструктивными и технологическими мерами:

- 1) Уменьшение засоров в сочленении деталей;
- 2) Уравновешивание и балансировка вращающихся частей для обеспечения плавной работы машин;
- 3) Устранение дефектов и разбалтываемости отдельных деталей, узлов и агрегатов, снабжение вибрирующих агрегатов упругой подвеской и амортизаторами.
- 4) Установка вибрирующих агрегатов на самостоятельный фундамент виброизолированный от пола и других конструкций здания цеха.
- 5) Средства индивидуальной защиты:  
для рук: рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки;  
для ног: сапоги, полу сапоги, полу ботинки, вкладыши;  
для тела: нагрудники, пояса, спец костюмы;
- 6) Режимы работы в контакте с вибрацией:  
продолжительность одноразового включения оборудования не более 20 минут;  
время работы на оборудовании не дольше 2 смен;  
продолжительность обеда не менее сорока минут;

7) регламентированные перерывы в работе:

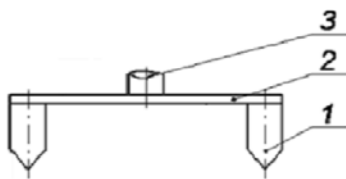
20 минут через 1-2 часа после начала смены;

30 минут через 2 часа после обеда.

#### 4. 2. 9 Электробезопасность

Литейные цеха относятся к помещениям с повышенной опасностью, вызванной токопроводящим полом с ПУЭ. Для предупреждения попадания работающих под действие электрического тока, в цехе предусматривается ряд мер, обеспечивающих безопасность их работы:

1) Контурная система защитного заземления с ответвлениями соединяющимися с элементами оборудования работающего от сети переменного тока (Рис. 2). Рабочее напряжение 380В,  $R_z \leq 4$  Ом.



1 - вертикальный электрод; 2 – соединительная полоса;

3 – водопроводная труба.

Рисунок 2 – Схема защитного заземления

2) Все токоведущие части оборудования ограждены и изолированы. В целях безопасности применяется блокировка на пультах управления для связи оградительных дверок рубильника с работой электрооборудования. При открывании дверок, благодаря блокировке напряжение автоматически отключается.

3) Все печи имеют изоляцию корпуса. Индукционные печи при подъеме и опускании имеют конечные выключатели, ограничивающие подъем и опускание печи. Корпуса всех печей и электродвигателей заземлены. Для предохранения от поражения электрическим током предлагаются следующие мероприятия:

4) Расположение рабочих мест, исключающее возможность одновременного прикосновения работающих с корпусом оборудования или с оголёнными проводами и с заземленными частями строительных конструкций.

5) Изготовление из несгораемых материалов кожухов для защиты от прикосновения к токоведущим частям оборудования.

6) Применение специальных ограждений исключающих возможность прикосновения к элементам оборудования находящегося под напряжением.

7) Оснащение пусковых устройств замками не позволяющими включить оборудование если ключ находится в замке, без полного отключения питаемого объекта во время ремонта или осмотра.

8) Размещение схем электрооборудования, машин и обозначение окраски проводки на внутренней стороне крышек шкафов электроаппаратуры.

9) Укладка кабелей в специальные кабельные каналы покрываемые железобетонными плитами

10) Применение работающими индивидуальных средств защиты (резиновых перчаток, ковриков)

11) Обучение работающих в цехе правилам оказания первой медицинской помощи.

#### **4. 2. 10 Эргономичность рабочего места**

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность возникновения профессиональных заболеваний. Категория работ – по ГОСТ 12.0.005-88 [11].

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нормальной рабочей позой следует считать такую, при которой работнику не требуется наклоняться вперед более, чем на 10-15 градусов. Наклоны назад и в стороны нежелательны. Основные требования к рабочей позе – это прямая осанка.

Выбор рабочей позы зависит от мышечных усилий во время работы. При усилиях до 50Н можно выполнять работу сидя, при более 100Н желательно работать стоя. Энергозатраты стоя на 6-10% больше, чем сидя, но зато появляется максимальная возможность для обзора и свободных движений, однако выше нагрузка на позвоночник. Работа сидя более рациональна и менее утомительна, повышается устойчивость тела, снижается напряжение мышц, больше точность движений, но могут возникнуть застойные явления в органах таза, затруднение работы органов кровообращения и дыхания. Поэтому, где можно, нужно чередовать работу стоя и сидя.

При организации производственного процесса необходимо учитывать антропометрические и психофизические особенности человека и анатомофизиологические различия между мужчиной и женщиной.

Существенное влияние на работоспособность рабочего оказывают правильный выбор типа и размещение органов и пультов управления машинами и механизмами. Приборные панели следует располагать так, чтобы плоскость лицевых частей индикаторов были перпендикулярны линиям зрения рабочего, а необходимые органы управления находились в пределах досягаемости.

Наиболее важные органы управления следует располагать спереди и справа от рабочего. Максимальные размеры зоны досягаемости правой руки – 70-100 см. Глубина рабочей панели не должна превышать 80 см. Высота пульта для работы сидя и стоя должна быть 75-85 см. Панель пульта может быть наклонена к горизонтальной плоскости на 10-20 градусов. Наклон спинки кресла при положении сидя -- от 0 до 10 градусов.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Требования к размещению органов управления.

При работе двумя рукавами органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук.

Аварийные органы управления следует располагать в зоне досягаемости моторного поля, при этом необходимо предусмотреть специальные средства опознавания и предотвращения их непроизвольного и самопроизвольного включения. Приборные панели располагаем так, чтобы плоскость лицевых частей индикатора были перпендикулярны линиям взора оператора, а необходимые органы управления находились в пределах досягаемости.

Для лучшего различия органов управления они должны быть разными по форме и размеру, окрашиваться в разные цвета, либо иметь маркировку или соответствующие надписи. При группировке нескольких рычагов в одном месте необходимо, чтобы их рукоятки имели различную форму. Это позволяет оператору различать их на ощупь и переключать рычаги, не отрывая глаз от работы.

**4. 2. 11 Наличие средств защиты от воздействия движущихся частей оборудования, являющихся источником опасности; наличие и соответствие нормативным требованиям сигнальной окраски и знаков безопасности.**

Сигнальные цвета, знаки безопасности устанавливаются в ГОСТ Р 12.4.026-01.

Безопасность производственных процессов определяется в первую очередь безопасностью производственного оборудования, которая обеспечивается учетом требований безопасности при составлении технического задания на его проектирование ,при разработке эскизного и рабочего проекта ,при выпуске и испытаниях опытного образца и передаче его в серийное производство.

По ПБ 11-551-03[14] на производстве следующие требования к технологическому процессу:

- 1) При выполнении ряда производственных операций необходимо носить спецодежду, сшитую из специальных материалов для обеспечения безопасности от воздействия различных веществ и материалов, с которыми приходится работать, теплового и других излучений. А также во избежание стоп и пальцев необходимо носить защитную обувь, для защиты рук необходимо использовать специальные рукавицы или перчатки. Для профилактики повреждений кожи необходимо использовать мыло, смягчающее кожу;
- 2) Внедрены системы контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающие защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования ;
- 3) Наличие устройств ограждения человека от опасных установок (ограждение электроприборов и электрощитов, защитные экраны от теплового воздействия, ограждение газопровода и арматуры, наличие мостиков проходящих через конвейерные потоки и лестничных поручней и т. д.);
- 4) Применение искусственного освещения лампами с исправленной цветностью, для местного освещения применение люминисцентных ламп мощностью 80 Вт ;
- 5) Наличие сигнальной окраски в соответствующих местах, наличие знаков безопасности, для предупреждения об опасности;
- 6) Компенсация удаляемого воздуха из цеха свежим, подаваемым приточными установками с подогревом или охлаждением;
- 7) Своевременно удаляются и обезвреживаются отходы производств;
- 8) Лица, допускаемые к участию в производственном процессе, проходят инструктаж и предварительную стажировку на рабочем месте.

#### 4. 3 Пожарная безопасность

Пожар — неуправляемое, несанкционированное горение веществ, материалов и газозодушных смесей вне специального очага, приносящее значительный материальный ущерб, поражение людей на объектах и подвижном составе, которое подразделяется на наружное и внутреннее, открытое и скрытое.

Горение — это сложный физико-химический процесс превращения компонентов горючей смеси в продукты сгорания с выделением теплового излучения, света и лучистой энергии.

В проектируемом цехе находятся вещества и материалы, способные гореть при воздействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, поэтому, в соответствии с СП 12.13130 – 2009[15], помещение по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории «Г». Общая категория здания по пожарной опасности «Г». Здание цеха относится к 1 степени огнестойкости с пределом огнестойкости 120 мин по СНиП 21–01–97.

Проектируемый цех относится к пожароопасному производству.

В связи с этим, по длине цеха установлены пожарные краны, а на внешней стороне стен здания – пожарные лестницы. Вдоль стен корпуса цеха проложен пожарный водопровод. Цех оборудован пожарной сигнализацией. Для тушения общих возгораний предусмотрены ящики с песком и пенные огнетушители ОП-5. В каждом пролете имеется пожарная сигнализация с установленными пожарными извещателями. В специально отведенных местах на стенах предусмотрены противопожарные стенды, в комплект которых входят лом, лопата, багор, два огнетушителя и два конусных ведра. Связь с единой пожарной службой осуществляется посредством телефона 01. Пожарная безопасность должна соответствовать ГОСТ 12.1.004-91[16].

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода в соответствии с СНиП 21-01-97 [17] принимается равным не более 100 м. Ширина проходов не менее 1 м. Ширина путей на пу-



тях эвакуации не менее 0,8 м. Высота дверных проемов 2 м с открытием по направлению выхода из здания.

#### 4. 4 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жизни, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Чрезвычайные ситуации характеризуются внезапностью и непредсказуемостью.

Урал – зона неопределенной сейсмичности, аномальных температур и аномальных осадков. Эти причины могут привести к следующим природным ЧС: землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, обвалы, массовые лесные и торфяные пожары, снежные заносы и лавины, а также засухи, длительные проливные дожди, сильные устойчивые морозы. Близость расположения цеха к Белоярской атомной электростанции может привести к техногенным ЧС.

Техногенные причины ЧС: внезапный выход из строя машин, механизмов и агрегатов с серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, образованием очагов пожаров, радиоактивным, химическим или биологическим заражением больших территорий, групповой гибелью людей.

В данном цехе наиболее вероятны следующие чрезвычайные ситуации: пожар; массовое поражение током.

Рассмотрим ЧС пожар:

Каждый работник при обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запах гари) обязан:

- 1) Немедленно сообщить об этом по внутризаводскому телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать корпус и место пожара, сообщить свою фамилию), а также сообщить своему руководителю;
- 2) Принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности МЦ;

3) При тушении использовать имеющиеся средства пожаротушения (огнетушители, внутренние пожарные краны, песок).

Руководитель, прибывший к месту пожара, обязан:

- 1) Продублировать сообщение о пожаре в пожарную охрану;
- 2) Возглавить руководство тушением пожара до прибытия пожарной охраны;
- 3) Выделить для встречи пожарной охраны работника, хорошо знающего расположение подъездных путей и гидрантов;
- 4) Удалить из опасной зоны всех работников не занятых в ликвидации пожара, а при необходимости организовать их спасение, используя при этом свои силы и средства;
- 5) При необходимости отключить электроэнергию (за исключением противопожарной защиты);
- 6) Прекратить все работы в помещении предприятия, кроме работ связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- 7) Обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- 8) По прибытии пожарных подразделений проинформировать руководителя тушения пожара об обстановке, проведенной работе по ликвидации пожара и об особенностях данного предприятия (его конструктивные и технологические особенности), о числе людей участвующих в тушении пожара и т. п.

Защита работающего персонала от пожара предусматривает проведение следующих мероприятий:

- 1) Организационные – инструктаж работающего персонала;
- 2) Эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры;
- 3) Ремонты и испытания технологического оборудования;
- 4) Технические – цех имеет проходы и выходы для экстренной эвакуации людей, пожарные проезды и проходы к средствам пожаротушения, имеется пожарная сигнализация.

Одной из причин возникновения пожара может быть выброс из ковша жидкого металла, построим дерево причин и опасностей для данной ЧС.

Одной из возможных чрезвычайных ситуаций в цехе литья по выплавляемым моделям может быть выброс жидкого металла. Причины – взаимодействие расплава с водой, которая может быть внесена при загрузке сырой шихты и ферросплавов, возврата собственного производства, либо при взаимодействии с непросушенной футеровкой ковша, либо при повреждении охлаждающей системы печи.

Управлять объектом в данной чрезвычайной ситуации практически невозможно, т. к. скорость реакции огромна, поэтому надо всячески предупреждать подобные ситуации путем профилактических осмотров и ремонтов, соблюдения правил хранения и эксплуатации вспомогательных приспособлений и инвентаря.

На объекте (предприятии) всю ответственность за состояние ГО несет начальник ГО объекта - руководитель предприятия, который имеет заместителей: по инженерно-технической части - главный инженер, по материально-техническому снабжению, по рассредоточению рабочих и служащих - соответствующие заместители (по быту, по снабжению).

При начальнике ГО объекта создается штаб ГО - орган управления начальника ГО, который комплектуется как штатными работниками, так и за счет должностных лиц, не освобожденных от основных обязанностей.

На объекте создаются службы ГО: оповещения и связи, медицинская, противорадиационная и противохимическая защита, противопожарная, энергоснабжения, убежищ, укрытий и др.

Для выполнения возложенных задач в ГО создаются невоенизированные формирования и воинские части ГО.

Существуют два вида формирований: общего назначения - для выполнения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ и служб ГО - для выполнения специальных задач и помощи первым.

Комплектование формирований производится по производственному принципу - с учетом смен, цехов. На объектах создаются сводные и спасательные отряды (команды), состоящие из групп, звеньев и санитарных дружин.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### **Выводы:**

1) По микроклимату.

Микроклимат не удовлетворяет допустимым значениям по Р 2.2.2006-05, условия труда вредные, класс 3.1;

2) По теплоизлучению.

Проектируемое помещение характеризуется наличием на плавильном участке у нагревательных печей, на участках термической обработки повышенного теплового излучения. Его интенсивность  $400 \text{ Вт/м}^2$  превышает норму  $140 \text{ Вт/м}^2$ . Условия труда – вредные, класс - 3.1. Выход – применение средств индивидуальной и коллективной защиты;

3) По производственному освещению.

Нормативная освещенность 200 лк обеспечена 50 светильниками с лампами ДРЛ-400 согласно расчетам. Естественное и искусственное освещение в проектируемом цехе соответствует требованиям СНиП 23-05-95;

4) По уровню шума.

Фактический уровень звука– 60 дБА, допустимая норма – 80 дБА. Уровень звука в проектируемом цехе не превышает допустимого уровня. Условия труда допустимые, класс 2 согласно Р 2.2.2006-0;

5) По эквивалентному уровню виброскорости.

Фактический уровень виброскорости составляет 80 дБ в цехе. Эквивалентный уровень виброускорения принят по нормативам, и равные 92 дБ. Условия труда допустимые, класс 2;

6) По электробезопасности.

Цех по степени опасности поражения электрическим током имеет категорию ПО. Поэтому для обеспечения безопасности работы обслуживающего персонала для всего электрооборудования, находящегося под напряжением, предусмотрено защитное заземление с  $R_z \leq 4 \text{ Ом}$  при рабочем  $U=380 \text{ В}$  согласно ГОСТ 12.1.030 – 81;

7) Содержание вредной пыли и газов в воздухе рабочей зоны превышает ПДК. Условия труда – вредные, класс 3.2;

8) По пожарной безопасности:

Проектируемый цех по пожарной опасности относится к категории «Г» по СП 12.13130-2009, I степень огнестойкости 120 мин по СНиП 21–01–97;

9) Итоговые условия труда – вредные, класс 3.2. (Р 2.2. 2006-05);

10) Реализация не привела к ухудшению экологической обстановки.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5 ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В современном обществе резко повышается роль промышленной экологии, призванной на основе оценки степени вреда, приносимой природе индустрией, разрабатывать новые инженерно-экономические средства защиты окружающей среды. Всемерно развивать основы создания замкнутых, безотходных и малоотходных технологических циклов и производств. Технологический проект является экологически более безопасным и может быть рекомендован к внедрению, если количество выбросов при эксплуатации новой техники меньше, чем при эксплуатации старой.

Для того, чтобы определить какие параметры производства нужно контролировать и какие мероприятия для оздоровления окружающей среды необходимо проводить, рассчитываем категорию опасности производства.

В зависимости от массы и видового состава выбросов в атмосферу, в соответствии с «Рекомендациями по делению предприятий по категории опасности» определяют категорию опасности предприятия (КОП):

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Mi}{ПДК_i} \right)^{A_i}$$

где  $M_i$  – масса  $i$ -го вещества в выбросе;

$ПДК_i$  – среднесуточное ПДК  $i$ -го вещества;

$n$  – количество загрязняющих веществ;

$A_i$  – безмерная величина, позволяющая соотнести степень вредности  $i$ -го вещества с вредностью сернистого газа (Значения  $a_i$  в зависимости от класса опасности следующие: класс 2-1,3; класс 3-1; класс 4-0,9)

В зависимости от величины КОП предприятия подразделяют на следующие классы опасности: класс 1  $>10^6$ , класс 2  $10^4$ - $10^6$ ; класс 3  $10^3$ - $10^4$ ; класс 4  $<10^3$

Перечень вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в проектируемом цехе, приведен в таблице 5.1.

Таблица 5. 1 – Перечень вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу

Наименование	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	a <sub>i</sub>	Кол-во выбрасываемого вещества М <sub>i</sub> , т/год
CO	3	4	0,9	20,77
SiO <sub>2</sub>	0,1	3	1	32,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	3	1	26,17
Аммиак	0,2	4	2	5,98
SO <sub>2</sub>	10	3	1	10,42
NO	5	3	1	8,36
NO <sub>2</sub>	2	3	1	9,65

Рассчитаем категорию опасности производства:

$$КОП = \left( \frac{20,77}{3} \right)^{0,9} + \left( \frac{32,57}{0,1} \right)^1 \pm \left( \frac{26,17}{0,04} \right) \pm \left( \frac{5,98}{0,2} \right)^2 + \left( \frac{10,42}{10} \right) + \left( \frac{8,36}{5} \right) + \left( \frac{9,65}{2} \right) = 1888,4$$

Данное производство относится к 3 категории опасности, поэтому должны проводиться некоторые мероприятия отмеченные в таблице 5.2.



Таблица 5.2 – Перечень мероприятий, подлежащих контролю в зависимости от КОП

Перечень мероприятий, подлежащих контролю	Категория предприятия			
	1	2	3	4
Сведения о залповых выбросах	+	+	-	-
Мероприятия по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ)	+	+	+	-
План мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с целью достижения нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ)	+	+	-	-
Контроль за соблюдением нормативов ПДВ:				
на источниках выброса	+	+	+	-
на контрольных точках	+	-	-	-

Примечание. + – мероприятие выполняется; - – мероприятие не выполняется.

Очистка сточных вод. Обращение с отходами.

Для очистки используются следующие три способа: механический, биологический, химический:

1) Механическая очистка заключается в извлечении из сточных вод нерастворимых веществ. При этом используется решетки, песколовки, сита, улавливатели, отстойники. При механической очистке сточные воды разделяют только на жидкую и твердую фазы;

2) Химическая очистка состоит в добавлении в сточные воды реагентов, которые вступают в реакцию с загрязняющими веществами, образуя безвредные соединения или вещества, выпадающие в осадок. После химической очистки жидкая часть сточных вод обычно содержит еще значительное количество нежелательных компонентов. Для их удаления или обеззараживания загрязненную воду подвергают биологической очистке;

3) Биологическая очистка заключается в использовании естественных или искусственных водоемов, в которых под воздействием солнца и воздуха в присутствии соответствующих организмов происходит естественный процесс очистки сточных вод.

Очистка может быть естественная или искусственная. Естественная биологическая очистка сточных вод осуществляется на полях фильтрации, полях орошения, в биологически окислительных прудах и т. д. Для искусственной биологической очистки применяют специальные сооружения. На них при очистке образуется биомасса микроорганизмов-деструкторов, которую периодически удаляют или обрабатывают. Эти сооружения называются биологическими фильтрами.

В биофильтрах процесс извлечения органических веществ активным илом идет медленно и работают только поверхностные слои активного ила. Для ускорения процесса по дну биофильтра прокладывают трубы для продувания. В аэрофильтрах весь ил задействован и происходит постоянная пропитка кислородом. После прохождения третьего этапа очистки вода проходит стадию обеззараживания.

В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 отходы по степени воздействия на человека и окружающую среду распределяются на четыре класса опасности:

- 1) 1 класс - чрезвычайно опасные;
- 2) 2 класс - высоко опасные;
- 3) 3 класс - умеренно опасные;
- 4) 4 класс - мало опасные.

Отходы цеха (песок горелый, металлургические шлаки, керамическая оболочка, пыль - основа  $\text{SiO}_2$ ) относятся к 4 классу опасности. Размещаются на площадках временного хранения отходов и вывозятся раз в две недели на полигоны твердых и бытовых отходов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был разработан цех точного литья производительностью 2500 тонн в год.

Производство отливок в спроектированном цехе ограничивается одним технологическим процессом, т.е. данный цех имеет технологическую специализацию.

Такая специализация очень эффективна. Цех будет иметь стабильный заказ от машиностроительных предприятий, ремонтных цехов и индивидуальных заказчиков - за счет высокого качества продукции, и её не высокой рыночной стоимости, что очень важно в условиях конкуренции.

Высокое качество продукции достигается использованием качественных материалов и соблюдением технологии производства, что позволяет получать высокое качество поверхности с относительно меньшими затратами.

Срок окупаемости проекта составляет меньше года, критический объем производства составляет 425 тонн годного литья в год, это в 6 раз меньше планируемого, что делает проект более устойчивым и прибыльным.

С точки зрения экологии цех не окажет большого воздействия на окружающую среду, так как используемые индукционные печи имеют низкие показатели выбросов вредных веществ, отработанных огнеупорные оболочки на полигоны для хранения мусора. Также, все установки имеют очистные сооружения.

					ДП 44.03.04 157 ПЗ	Лист
						115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. - М.: Машиностроение, 1985. - 320 с.
2. Чуркин Б. С., Гофман Э. Б. Методические указания к дипломному проектированию: В 4 ч. - Екатеринбург: Свердл.инж.-пед.ин-т., 1991. - Ч. 2. - 51 с.
3. Чуркин Б. С., Гофман Э. Б. Методические указания к дипломному проектированию: В 4 ч. - Екатеринбург: Свердл.инж.-пед.ин-т., 1989. – Ч. 1. - 88 с.
4. Печь для нормализации // <http://www.stroitelstvo-new.ru/>. URL: <http://www.tehno.com/product.phtml?uid=B00120043655> (дата обращения 26.05.2016)
5. Печь для отпуска // <http://www.stroitelstvo-new.ru/>. URL: <http://www.tehno.com/product.phtml?uid=B00120043650> (дата обращения 26.05.2016)
6. Литье по выплавляемым моделям / Иванов В. Н., Казеннов С. А., Курчман Б. С., Лященко, Под ред. Шкленник Я. И., Озеров В. А. - 3 изд. - М.: Машиностроение, 1984. - 408 с.
7. Специальные способы литья: учебное пособие / Чуркин Б. С., Чуркин А. Б., Категоренко Ю. И., Под ред. Чуркина Б. С. - Екатеринбург: Изд-во проф.-пед. ун-та, 2012. - 189 с.
8. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999. - 91 с.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – Введ. 01.03.2008. – М: Новая редакция, 2008 – 53 с.
10. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. – Введ. 01.01.1976. – М.: ИПК издательство стандартов, 1978 – 4 с.

11. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 01.01.89 - М: Стандартиформ, 2008 – 50 с.
12. ГН 2.1.6.1338 – 03. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. – Введ. 25.06.2003 – М.: Минздрав России, 2003 – 61 с.
13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – Введ. 01.01.1996 – М.: Минстрой России, 1996. – 53 с.
14. ПБ 11-551-2003. Правила безопасности в литейном производстве. – Введ. 24.04.2003 – М: ПИО ОБТ, 2003 – 117 с
15. СП 12.13130-2009. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 01.05.2009 – М: ПИО ОБТ, 2009 – 35 с.
16. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.07.1992 – М.: Первая редакция, 1992 – 126 с.
17. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1998 – М.: Первая редакция, 1998 – 38 с.
18. Першин П. С. Технология точно литья. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1955. - 136 с.
19. Б.В. Кнорре Основы проектирования литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1979. - 370 с.